

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
EKONOMICKÁ FAKULTA

KATEDRA FINANCÍ

Zajištění měnového rizika podniku ve strojírenském průmyslu

Currency Risk Hedging of the Company in the Engineering Industry

Student: Silvie Cmielová

Vedoucí diplomové práce: prof. Dr. Ing. Zdeněk Zmeškal

Ostrava 2016

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Silvie Cmielová**
Studijní program: **N6202 Hospodářská politika a správa**
Studijní obor: **6202T010 Finance**
Téma: **Zajištění měnového rizika podniku ve strojírenském průmyslu**
Currency Risk Hedging of the Company in the Engineering Industry
Jazyk vypracování: **čeština**

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
 2. Význam zajištění měnového rizika
 3. Popis metod zajištění měnového rizika
 4. Posouzení vybraných metod zajištění měnového rizika
 5. Závěr
- Seznam použité literatury
Seznam zkratk
Prohlášení o využití výsledků diplomové práce
Seznam příloh
Přílohy

Seznam doporučené odborné literatury:

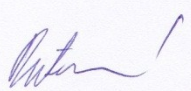
- ALEXANDER, Carol. *Market Risk Analysis*. 1st ed. Chichester: Wiley, 2008. 386 s. ISBN 978-0-470-99789-53.
HULL, John, C. *Options, futures and other derivatives*. 8th ed. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall, 2011. 864 s. ISBN 978-0-13-216494-8.
JÍLEK, Josef. *Finanční rizika*. 1. vyd. Praha: Grada, 2000. 635 s. ISBN 80-7169-579-3.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

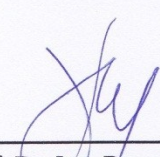
Vedoucí diplomové práce: **prof. Dr. Ing. Zdeněk Zmeškal**

Datum zadání: 20.11.2015

Datum odevzdání: 22.04.2016



Ing. Iveta Ratmanová, Ph.D.
vedoucí katedry




prof. Dr. Ing. Dana Dluhošová
děkanka fakulty

Prohlašuji, že jsem celou práci, včetně všech příloh, vypracovala samostatně.

V Ostravě dne 22. dubna 2016



Silvie Cmielová

Na tomto místě bych chtěla poděkovat vedoucímu mé diplomové práce prof. Dr. Ing. Zdeňku Zmeškalovi za odborné rady, laskavost a čas, který mi věnoval při jejím vypracování.

OBSAH

1	Úvod	3
2	Význam zajištění měnového rizika.....	5
2.1	Finanční riziko.....	5
2.1.1	Úvěrové riziko	6
2.1.2	Tržní riziko	6
2.1.3	Likvidní riziko	8
2.1.4	Operační riziko	8
2.1.5	Obchodní riziko	9
2.2	Finanční deriváty	9
2.2.1	Forwardy.....	11
2.2.2	Futures	13
2.2.3	Swapy	14
2.2.4	Opce.....	14
2.3	Predikce volatility pomocí GARCH a EWMA modelů.....	19
2.4	Simulace náhodného vývoje ceny finančních aktiv	20
2.4.1	Wienerův proces	21
2.4.2	Itôův proces	22
2.4.3	Brownovy procesy	23
3	Popis metod zajištění měnového rizika	25
3.1	Metody snížení měnové expozice a zajištění měnového rizika	26
3.2	Oceňování finančních derivátů	27
3.2.1	Forward na měnu	28
3.2.2	Put opce na měnu.....	29
4	Posouzení vybraných metod zajištění měnového rizika.....	32
4.1	Profil společnosti Motor Lučina, spol. s r. o.	32
4.2	Predikce volatility měnového kurzu CZK/EUR	34
4.3	Simulace měnového kurzu pomocí metody Monte Carlo.....	36
4.4	Zajištění měnového rizika ve společnosti Motor Lučina, spol. s r. o.	41
4.4.1	Pasivní strategie	42
4.4.2	Měnový forward	44
4.4.3	Put opce na měnu.....	48

4.5	Vyhodnocení hedgingových strategií	52
4.5.1	Porovnání strategií dle jednotlivých kritérií	52
4.5.2	Porovnání strategií dle vztahu výnos – riziko	54
4.5.3	Porovnání strategií dle postoje investora k riziku	55
4.5.4	Porovnání strategií při zohlednění všech kritérií	56
5	Závěr	57
	Seznam použité literatury	59
	Seznam zkratk	61
	Prohlášení o využití výsledků diplomové práce	
	Seznam grafů	
	Seznam tabulek	
	Seznam vzorců	
	Seznam příloh	

1 ÚVOD

Měnovému riziku, které je součástí finančního rizika, jsou vystaveny zejména firmy, které uskutečňují svou podnikatelskou činnost nejen v tuzemsku, ale i v zahraničí. Hospodářské výsledky těchto firem jsou ovlivněny vývojem měnového kurzu, a aby se eliminovalo riziko jeho nepříznivého vývoje, je důležité, věnovat se řízení tohoto rizika a jeho zajištění.

Zajišťování rizik je, kvůli stále větší otevřenosti domácích ekonomik, čím dál důležitější a vede k rozvoji trhů s finančními deriváty. Společnosti, které obchodují se zahraničím, ať už to jsou dodavatelé či odběratelé, jsou vystaveny riziku změny měnového kurzu. Odběratelé jsou ohroženi zpravidla oslabením domácí měny, oproti tomu dodavatelé se obávají jejího posílení, což má v konečné fázi negativní dopad na peněžní toky z uzavřených obchodních kontraktů. Právě tyto finanční toky mohou do značné míry ovlivnit konkurenceschopnost firmy na domácím i zahraničním trhu.

Cílem této diplomové práce je zajištění měnového rizika ve společnosti Motor Lučina, spol. s r. o. pomocí vybraných strategií a jejich posouzení. Efekty z jednotlivých strategií, které jsou použity pro zajištění, jsou porovnány pomocí kritérií střední hodnota, směrodatná odchylka, medián, nejlepší a nejhorší výsledek, VaR 5 % a dále podle postoje investora k riziku a vztahu výnos-riziko.

Tato práce je rozdělena do pěti kapitol, přičemž první a pátá kapitola je úvod a závěr. Druhá a třetí kapitola je věnována teoretickým poznatkům, které jsou aplikovány ve čtvrté kapitole, což je praktická část práce.

V druhé části práce je popsáno finanční riziko a zejména je věnována pozornost tržnímu riziku a jednotlivým metodám zajištění tohoto rizika. Kromě toho jsou přiblíženy další dílčí rizika, a to úvěrové, obchodní, operační a likvidní riziko a popsány základní finanční deriváty, kterými jsou forwardy, futures, swapy a opce. Dále jsou popsány vybrané modely pro odhad volatility, a to GARCH a EWMA model a simulace náhodného vývoje cen finančních aktiv. Ta bude pak dále využita pro simulaci vývoje měnového kurzu CZK/EUR.

V následující kapitole je popsána devizová pozice a expozice a dále pak interní a externí metody, které se používají pro snížení měnové expozice a zajištění měnového

rizika. Pro zajištění měnového rizika jsou v praktické části práce použity tyto finanční deriváty, a to měnový forward a put opce na měnu a jejich způsob ocenění je popsán v závěru této kapitoly.

Teoretické poznatky z druhé a třetí kapitoly jsou aplikovány ve čtvrté kapitole, v níž je zajišťováno měnové riziko, kterému je vystavena společnost Motor Lučina, spol. s r. o. Na úvod této kapitoly je představena vybraná společnost a předmět její hlavní činnosti. Dále je provedena predikce volatility měnového kurzu CZK/EUR na základě jeho historického vývoje, a to pomocí EWMA modelu. Pomocí metody Monte Carlo je provedena simulace měnového kurzu CZK/EUR pro tři scénáře vývoje kurzu. Dále jsou oceněny zvolené finančních deriváty a zjištěn efekt ze zajištění při využití vybraných strategií. Výsledné efekty ze zajištění jsou mezi sebou porovnány na základě stanovených kritérií a je vybrána nejvhodnější strategie. Veškeré výpočty pro tuto práci jsou provedeny v programu Microsoft Excel.

2 VÝZNAM ZAJIŠTĚNÍ MĚNOVÉHO RIZIKA

Jedním ze způsobů eliminace tržního rizika, které je součástí finančního rizika, je hedging neboli zajištění. Tomuto riziku jsou vystaveny ekonomické subjekty, které působí na finančním trhu a které jsou členěny na finanční a nefinanční subjekty. Jsou označovány jako zajišťovatelé a jejich cílem je snižovat riziko plynoucí z otevřených pozic. Hedging umožňuje finančním institucím (banky, investiční společnosti, pojišťovny, penzijní fondy) minimalizovat riziko nedostatku likvidity, které může vést až k úpadku subjektu a u nefinančních institucí (podniky) umožňuje riziko zcela odstranit.

V rámci této kapitoly je specifikováno finanční riziko, včetně jeho dílčích rizik. Pozornost je věnována zejména tržnímu riziku a způsobům jeho eliminace. Dále jsou v kapitole popsány základní finanční deriváty, a to forwardy, futures, swapy a opce a na závěr je popsána predikce volatility pomocí GARCH a EWMA modelů a simulace náhodného vývoje cen finančních aktiv. Tato část práce obsahuje teoretické informace, které jsou čerpány zejména z literatury Alexander (2008), Dvořák (2008), Hull (2011), Jílek (2000), Jílek (2005) a Zmeškal (2013).

2.1 FINANČNÍ RIZIKO

Finanční riziko je nedílnou součástí veškerých aktivit na finančních trzích. Jedná se o potencionální, také označovanou jako neočekávanou, finanční ztrátu, která vzniká z určitého finančního nebo komoditního nástroje popř. portfolia v budoucnu.

Finanční rizika se člení do pěti základních skupin, a to na:

- úvěrové riziko,
- tržní riziko,
- likvidní riziko,
- operační riziko,
- obchodní riziko.

2.1.1 ÚVĚROVÉ RIZIKO

Riziko ztráty ze selhání protistrany (dlužníka), že nedostojí svým závazkům, které mu vyplývají z uzavřeného kontraktu, se označuje za úvěrové riziko. Úvěrové riziko se člení dále na přímé úvěrové riziko, riziko úvěrových ekvivalentů, vypořádací riziko a riziko úvěrové angažovanosti.

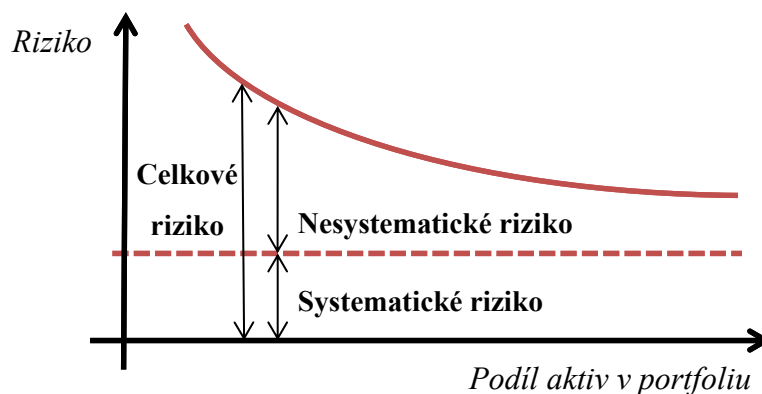
2.1.2 TRŽNÍ RIZIKO

Tržní riziko je riziko, které je spojeno se změnou hodnoty finančních nebo komoditních nástrojů při nepříznivém vývoji tržních podmínek, jako je např. změna úrokových měr, cen akcií, cen komodit, nebo měnového kurzu. Existují tedy čtyři základní kategorie tržního rizika, a to:

- **úrokové riziko**, tj. riziko ztráty v důsledku změny hodnoty nástrojů citlivých na úrokové míry;
- **akciové riziko**, které představuje riziko ztráty v důsledku změny hodnoty nástrojů citlivých na ceny akcií;
- **komoditní riziko**, což je riziko ztráty v důsledku změny hodnoty nástrojů citlivých na ceny komodit;
- **měnové riziko**, které je riziko ztráty v důsledku změny hodnoty nástrojů citlivých na měnové kurzy.

Tržní riziko lze eliminovat dvěma způsoby, a to diverzifikací nebo hedgingem. Systematické (faktorové) riziko lze snižovat hedgingem, to znamená, že se vytvoří hedgingové portfolio, které je složeno z jednoho nebo více rizikových aktiv a z nových aktiv, s cílem minimalizovat riziko změny tohoto portfolia. Nesystematické (jedinečné) riziko je eliminováno diverzifikací. S rostoucím množstvím aktiv v portfoliu nesystematické riziko klesá. Pokles podílu jedinečného rizika na celkovém riziku je zachycen na Obr. 2.1.

Obr. 2. 1 Celkové, systematické a nesystematické riziko



Obecně lze hodnotu hedgingového portfolia pro jedno rizikové aktivum vyjádřit podle vzorce:

$$\pi_t = S_t - h \cdot f_{t,TT} \quad (2.1-1)$$

a hodnotu hedgingového portfolia pro více rizikových aktiv, lze vyjádřit následovně:

$$\pi_t = S_t \cdot Q - h \cdot N \cdot f_{t,TT}, \quad (2.1-2)$$

kde π_t je hodnota portfolia v čase t , S_t je hodnota rizikového aktiva v čase t , Q je množství rizikových aktiv, h je zajišťovací poměr, N je množství zajišťovacích instrumentů, $f_{t,TT}$ je hodnota zajišťovacího instrumentu v čase t a expiračním momentu TT .

Metody hedgingu lze členit:

- podle počtu revizí v čase:
 - **statické** – neboli na jedno období, kdy se provede zajištění pouze na počátku období a dále se nepřizpůsobuje,
 - **dynamické** – neboli na více období, kdy se zajištění v čase přizpůsobuje;
- podle frekvence revizí:
 - **diskrétní** – revize jsou prováděny v pevně stanovených intervalech,
 - **spojitý** – revize jsou prováděny v nekonečně malých intervalech;
- podle typu zajišťovaného rizika:
 - **celkové riziko** (systematické i jedinečné),
 - **systematické riziko**;

- podle hedgingových kritérií:
 - *faktorově neutrální* (delta hedging, delta-gama hedging, imunizace na bázi durace),
 - *minimální rozptyl*,
 - *minimalizace střední hodnoty ztráty*,
 - *minimální hodnota VaR (Value at Risk)*,
 - *maximalizace střední hodnoty funkce užitku*,
 - *minimalizace veličiny RAROC (risk adjusted return on capital)*;
- podle typu zajišťovaného finančního aktiva se rozlišuje hedging na:
 - *akcie*,
 - *obligace*,
 - *měnu*,
 - *futures (forwardy)*,
 - *opce*,
 - *komodity*;
- podle zajištění prováděného vůči vzoru:
 - *benchmark hedging*,
 - *hedging bez vzoru*;

2.1.3 LIKVIDNÍ RIZIKO

Likvidní riziko se člení na riziko financování, které se týká neschopnosti subjektu zajistit hotovost pro investování a financování a riziko tržní likvidity, což je riziko, které je spojeno s neschopností přeměnit finanční nástroje v požadovaném množství za odpovídající cenu.

2.1.4 OPERAČNÍ RIZIKO

Operační riziko je rozděleno do tří kategorií, a to transakční riziko, riziko operačního řízení a riziko systému. Jedná se o potenciální ztráty, ke kterým může dojít v důsledku špatného zaúčtování obchodů, špatného plánování nahodilých situací, nebo neidentifikovatelných obchodů nad limit.

2.1.5 OBCHODNÍ RIZIKO

Riziko ztráty, např. v důsledku změn daňových zákonů, přírodních katastrof, neschopnosti získat peněžní prostředky za přijatelné náklady, je označováno za obchodní riziko.

2.2 FINANČNÍ DERIVÁTY

Počátky derivátových obchodů na komoditních trzích vznikají už ve 12. století v Itálii a Holandsku. Centrum derivátových obchodů se postupem času stal Londýn. K velkému rozmachu derivátových obchodů došlo až v druhé polovině 19. století v Chicagu a New Yorku. Nejvýznamnějšími burzami pro obchodování s deriváty se staly Chicago Board of Trade, New York Produce Exchange a New York Coffee Exchange a současně vznikaly také clearingové domy. Za zlomový okamžik lze považovat rok 1972, kdy se začaly obchodovat na Chicago Mercantile Exchange standardizované finanční deriváty, v následujícím roce na Chicago Board of Trade opce na akcie a následovala expanze finančních derivátů na světové finanční trhy.

S finančními deriváty se obchoduje na burzovních i mimoburzovních trzích. Deriváty obchodovány na burzách jsou standardizovány a jsou díky tomu vysoce likvidní, zatímco mimoburzovní finanční deriváty jsou vytvářeny podle požadavků smluvních stran a jsou kvůli tomu mnohem méně likvidní. V současné době výrazně převažují obchody s mimoburzovními finančními deriváty.

Základní parametry finančních derivátů:

- **podkladové aktivum S** – od podkladového aktiva se odvozuje hodnota finančního derivátu a může jím být finanční podkladové aktivum (burzovní index, cena akcie, cena obligace, cena komodity, měnový kurz) nebo nefinanční podkladové aktivum (teplota, množství srážek);
- **realizační cena X** – cena, na které se dohodne kupující a prodávající, že koupí nebo prodají podkladové aktivum v době realizace;
- **doba splatnosti T** – doba realizace je konec období, na něž je derivátový obchod uzavřen;

- **cena derivátu c** – cena, kterou platí kupující derivátu při uzavření obchodu;
- **vnitřní hodnota VH** – efekt, který vzniká kupujícímu a prodávajícímu v době realizace;
- **zisk Z** – velikost výplaty, kterou obdrží kupující v době realizace při zohlednění ceny derivátu.

Obecně lze finanční deriváty rozdělit na lineární finanční deriváty (forwardy, futures, swapy), u nichž existuje symetrický vztah mezi oběma stranami kontraktu, kupující i prodávající se nachází v těsné pozici, a nelineární finanční deriváty (opce), u kterých neexistuje symetrický vztah mezi stranami kontraktu, kupující se na rozdíl od prodávajícího nenachází v těsné pozici.

Finanční deriváty lze členit řady různých hledisek a dle Dvořák (2008) to je:

- podle druhu rizika:
 - **deriváty na tržní rizika** – pomocí těchto derivátů se subjekty zajišťují proti tržním rizikům, přičemž tímto rizikem může být riziko úrokové, měnové, akciové a komoditní;
 - **deriváty na úvěrové riziko** – slouží pro zajištění rizika, spojeného se změnou ratingového hodnocení subjektu, popřípadě instrumentu;
 - **deriváty na ostatní rizika** – umožňují se zajistit proti dalším druhům rizik, např. deriváty na počasí;
- podle charakteru práva vyplývajícího z kontraktu:
 - **nepodmíněné termínové kontrakty** – postavení stran v kontraktu je stejné, obě strany mají právo i povinnost provést uzavřený obchod a patří zde forwardové, futures a swapové kontrakty;
 - **podmíněné termínové kontrakty** – kupující kontraktu má právo na plnění ze sjednaného obchodu a prodávající má naopak povinnost dostát svým závazkům ze sjednaného kontraktu, pokud se kupující rozhodne využít opční právo a patří zde např. call a put opce, exotické opce a opční listy;
- podle formy obchodování:

- **burzovní deriváty** – standardizované deriváty obchodované na burzovních trzích;
- **mimoburzovní deriváty** – nestandardizované deriváty obchodované na mimoburzovních trzích;
- podle doby splatnosti kontraktu
 - **splatnost derivátového kontraktu** – členění kontraktů podle doby, do níž dojde v budoucnu k jeho vypořádání;
 - **splatnost v základě ležícího bazického instrumentu** – členění kontraktu podle splatnosti bazického instrumentu, což se využívá u úrokových derivátů;
- podle účelu využití derivátu:
 - **zajištění** – subjekty využívající deriváty pro zajištění chtějí zafixovat budoucí cenu finančního instrumentu k určitému časovému okamžiku v budoucnu;
 - **spekulace** – cílem není eliminovat ztrátu z dané otevřené pozice, ale profitovat na cenovém vývoji finančního instrumentu;
 - **arbitráž** – subjekt se snaží nákupem finančních derivátů vydělat na cenovém rozdílu v čase nebo místě, a pokud jsou arbitrážní náklady menší než rozdíl cen, pak dosahuje subjekt zisku;
 - **forma odměny** – finanční deriváty se používají také jako motivace pro členy statutárních orgánů nebo zaměstnanců, např. kupní opce na akcie firmy.

2.2.1 FORWARDY

Forward je nejstarší derivát, který představuje závazek kupujícího (dlouhá pozice) koupit určité množství podkladového aktiva k předem stanovenému datu v budoucnu za stanovenou (forwardovou) cenu a závazek prodávajícího (krátká pozice) prodat určité množství podkladového aktiva za předem stanovených podmínek.

S tímto finančním derivátem se obchoduje na OTC (over the counter) trzích, nikoli na burzách. Obchody na těchto trzích probíhají přes brokery nebo dealery, jejichž komunikace probíhá prostřednictvím telefonu nebo počítačových sítí. Objemy obchodů na OTC trzích jsou daleko větší než na burzách. Podmínky kontraktu sjednávají obě strany. Obvykle je tento termínový kontrakt obchodován mezi dvěma finančními institucemi nebo mezi finanční institucí a jejím klientem.

Pomocí forwardu se fixuje cena podkladového aktiva, které bude dodáno v budoucnu na základě sjednaného obchodu. Kupující forwardu se snaží zajistit proti růstu ceny podkladového aktiva v budoucnu nad dodací cenu. Druhá ze smluvních stran, prodejce forwardu, se naopak zajišťuje proti poklesu ceny podkladového aktiva v budoucnu pod cenu sjednanou ve forwardovém kontraktu.

Vnitřní hodnota, také označovaná jako výplatní funkce, je efekt, který vzniká kupujícímu a prodávajícímu v době zralosti forwardu. Výplatní funkci pro dlouhou pozici, která je zachycena na Obr. 2.2, lze zapsat následovně:

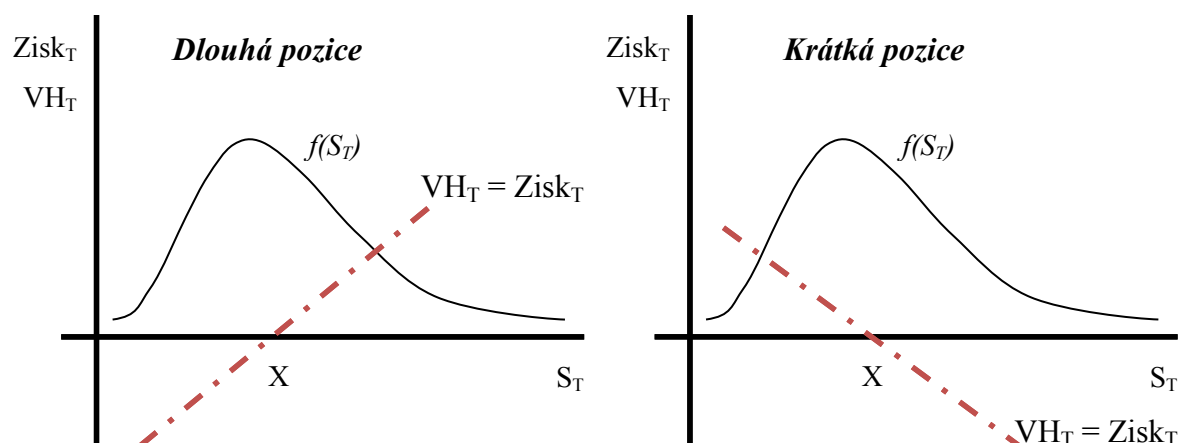
$$VH_T = S_T - X, \quad (2.2-1)$$

a krátká pozice, která je vyobrazena na Obr. 2.2 a zaujímá ji prodávající opce, má výplatní funkci vyjádřenou takto:

$$VH_T = X - S_T, \quad (2.2-2)$$

kde VH_T je vnitřní hodnota v čase T , S_T je cena podkladového aktiva v čase T a X je realizační cena.

Obr. 2. 2 Dlouhá a krátká pozice ve forwardu



U forwardu je potřeba rozlišovat mezi cenou forwardu a forwardovou cenou. Cena forwardu (hodnota forwardu) pro dlouhou pozici je dána takto:

$$f_{t,T} = S_t - X \cdot e^{-R_f(T-t)}, \quad (2.2-3)$$

a pro krátkou pozici je hodnota forwardu následující:

$$-f_{t,T} = X \cdot e^{-R_f(T-t)} - S_t, \quad (2.2-4)$$

kde $f_{t,T}$ je hodnota forwardu v čase t s dobou realizace T , S_t je hodnota podkladového aktiva v čase t , X je realizační cena (dodací cena), R_f je bezriziková sazba, T je doba realizace a t je okamžik před realizací.

Dodací cena $X \equiv F_{0,T}$ je v době prvotního uvedení forwardového kontraktu stanovena tak, že $f_{0,T} = 0$ a pro dlouhou i krátkou pozici ji lze zapsat takto:

$$X_T = F_{0,T} = S_0 \cdot e^{R_f \cdot T}, \quad (2.2-5)$$

2.2.2 FUTURES

Futures jsou standardizovaná, burzovně obchodovatelná aktiva. Díky standardizaci jsou tyto deriváty dostupnější a mnohem atraktivnější pro širokou skupinu subjektů na finančním trhu. Ve srovnání s forwardy dochází u futures častěji k hotovostnímu vypořádání. Může však dojít také k výměně za dluhový cenný papír, akciový či komoditní nástroj.

Futures je smlouva mezi dvěma stranami, koupit nebo prodat podkladové aktivum za předem stanovených podmínek (množství, kvalita, cena, datum a místo dodání). Kupující se nachází v dlouhé pozici a zavazuje se ke koupi podkladového aktiva, zatímco prodávající se nachází v krátké pozici a zavazuje se prodat podkladové aktivum za předem sjednaných podmínek.

Při uzavření tohoto termínovaného kontraktu neplatí kupující jeho kupní cenu a prodávající nedodává podkladové aktivum. Proto mezi tyto dva subjekty vstupuje clearingové středisko, které vyžaduje při otevření každé nové pozice po těchto subjektech maržový vklad, tzv. počáteční marži a zajišťuje tak, že všechny strany dostojí svým závazkům.

Clearingový dům vede každému klientovi maržový účet a na konci každého dne po ukončení burzovního obchodování provádí ocenění a vypořádání všech otevřených pozic. Zisky a ztráty z těchto pozic jsou zaúčtovány ve prospěch nebo na vrub maržového účtu. Pokud na svém účtu nemá klient dostatečné množství prostředků, neboli množství prostředků klesne pod udržovací zálohu, obdrží maržovou výzvy a je povinen vložit doplňující zálohu, popř. uzavřít pozici. Systém marking to market funguje až do doby uzavření pozic.

2.2.3 SWAPY

Swap je termínovaná smlouva, ve které se obě strany zavazují vyměnit dohodnutá podkladová aktiva (úroková sazba, měnový kurz, akcie) za předem stanovených podmínek. Stejně jako forwardy a futures jsou i swapy neodvolatelné termínové kontrakty, se kterými se obchoduje na OTC trzích. Jelikož se jedná o termínovanou výměnu, musí sjednaná plnění proběhnout alespoň ve dvou různých okamžicích, to znamená, že nejprve dojde k počáteční a následně ke zpětné výměně.

Swapové kontrakty lze rozdělit na dvě skupiny, a to standardizované a nestandardizované swapové kontrakty. Při konstrukci standardizovaných swapových kontraktů se vychází z celosvětově ustálených pravidel. Tyto druhy swapů nabízí obchodní banky a jedná se především o měnové, úrokové a akciové swapy.

Swapový kontrakt lze chápat jako portfolio forwardových kontraktů a může být zapsán následovně:

$$sw_{t,T} = \sum_{t_i}^T f_{t,t_i}, \quad (2.2-6)$$

kde $sw_{t,T}$ je cena swapového kontraktu v čase t se dobou realizace T , f_{t,t_i} je cena forwardového kontraktu v čase t s časem dodání t_i .

2.2.4 OPCE

Na rozdíl od pevných termínovaných kontraktů umožňují opce jejich vlastníkovvi právo volby k nákupu nebo prodeji podkladového aktiva k určitému datu v budoucnu nebo po určitou dobu v budoucnu za předem stanovenou cenu (realizační cenu). Pro

prodávajícího opce představuje tento kontrakt závazek prodat nebo koupit podkladové aktivum za stejných podmínek. Opce jsou obchodovány na OTC trzích a také na burzách.

Opce můžou být členěny:

- podle práva na nákup, resp. prodej podkladového aktiva:
 - o **call opce** – majitel kupní opce má právo koupit podkladové aktivum za realizační cenu, a to buď k určitému datu nebo kdykoli během určité doby, přičemž za toto právo musí zaplatit opční prémii;
 - o **put opce** – majitel prodejní opce má právo prodat podkladové aktivum za realizační cenu, a to buď k určitému datu nebo kdykoli během určité doby, přičemž za toto právo musí zaplatit opční prémii;
- podle data uplatnění opce:
 - o **evropská opce** – majitel může opci uplatnit pouze k určitému datu;
 - o **americká opce** – majitel může opci uplatnit kdykoliv do určitého časového okamžiku;
- podle složitosti výplatní funkce:
 - o **plain vanilla opce** – patří zde call a put opce;
 - o **exotické opce** – patří zde asijské opce, binární opce, duhové opce, bariérové opce a další;

Využití opce nemusí být pro kupujícího vždy výhodné a rozhoduje se na základě porovnání spotové ceny podkladového aktiva a realizační ceny. Podle toho se rozlišuje:

- **opce na penězích (at the money)** – spotová cena podkladového aktiva S_T je rovna realizační ceně X u call i put opce;

$$\text{Call opce} \quad S_T = X$$

$$\text{Put opce} \quad S_T = X$$

- **opce v penězích (in the money)** – spotová cena podkladového aktiva S_T je vyšší než realizační cena X u call opce a u put opce je spotová cena podkladového aktiva S_T nižší než realizační cena X ;

$$\text{Call opce} \quad S_T > X$$

$$\text{Put opce} \quad S_T < X$$

- *opce mimo peníze (out of the money)* – spotová cena podkladového aktiva S_T je nižší než realizační cena X u call opce a u put opce je spotová cena podkladového aktiva S_T vyšší než realizační cena X ;

$$\text{Call opce} \quad S_T < X$$

$$\text{Put opce} \quad S_T > X$$

Vnitřní hodnota (výplatní funkce) určuje velikost výplaty v momentu využití opce. U dlouhé pozice bude výplatní funkce vždy nezáporná, zatímco u krátké pozice nebude nikdy pozitivní.

Zisk z opčních kontraktů odpovídá vnitřní hodnotě při zohlednění ceny opce, tj. opční prémie.

V Tab. 2.1 jsou znázorněny funkční závislosti vnitřní hodnoty a zisku na podkladovém aktivu v době využití opce pro evropskou call a put opci a dvě pozice, dlouhou a krátkou pozici jak je uvedeno v Dluhošová (2010).

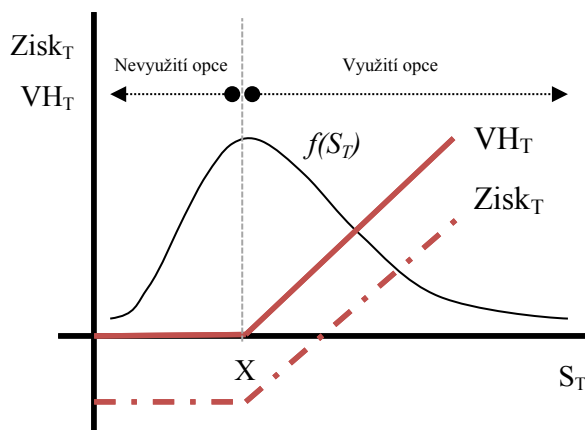
Tab. 2. 1 Vnitřní hodnota a zisk pro call a put opci

	CALL OPCE		PUT OPCE	
	<i>Dlouhá pozice</i>	<i>Krátká pozice</i>	<i>Dlouhá pozice</i>	<i>Krátká pozice</i>
VH_T	$\max(S_T - X; 0)$	$\max(X - S_T; 0)$	$\max(X - S_T; 0)$	$\max(S_T - X; 0)$
$ZISK_T$	$VH_T - c$	$VH_T + c$	$VH_T - p$	$VH_T + p$

S_T je hodnota podkladového aktiva v čase T , X je realizační cena, c je cena call opce a p je cena put opce.

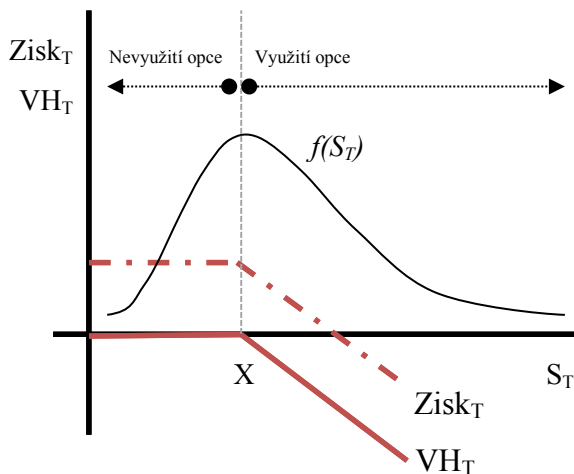
Na Obr. 2.3 je zachycena vnitřní hodnota, zisková funkce a pravděpodobnost, že bude dosaženo zisku u call opce z pohledu prodávajícího. V tomto případě se jedná o dlouhou pozici, kdy kupující může dosáhnout omezené ztráty odpovídající velikosti opční prémie, kterou zaplatí prodávajícímu za možnost volby a neomezeného zisku, který se se zvyšuje s rostoucí cenou podkladového aktiva.

Obr. 2. 3 Call opce z pohledu kupujícího



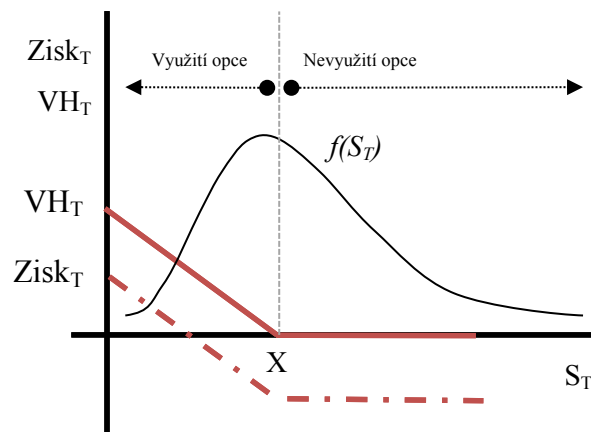
Krátká pozice u call opce je zachycena na Obr. 2.4 a zaujímá ji prodávající, který má povinnost dostát svým závazkům dle přání kupujícího. Subjekt, který se nachází v těsné pozici, může dosáhnout zisku, který odpovídá velikosti opční prémie. Velikost ztráty, v případě že bude opce uplatněna, se odvíjí od výše ceny podkladového aktiva a je neomezená.

Obr. 2. 4 Call opce z pohledu prodávajícího



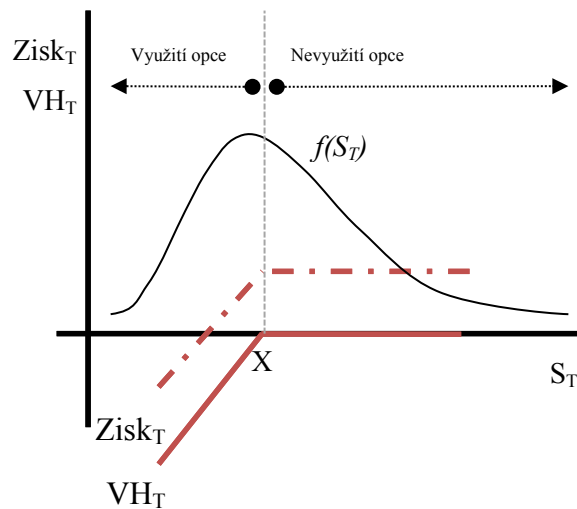
Dlouhá pozice u prodejní opce je zachycena na Obr. 2.5. Z něj je vidět, že zisk při uplatnění opce je téměř neomezený a je rostoucí s klesající cenou podkladového aktiva. Výše ztráty pro kupujícího odpovídá opční prémii, kterou musí zaplatit za opční právo.

Obr. 2. 5 Put opce z pohledu kupujícího



Na Obr. 2.6 je zachycena prodejní opci z pohledu prodávajícího a je z něj vidět, že v této situaci je možné dosáhnout omezeného zisku, který odpovídá velikosti opční premie, kterou musí zaplatit kupující opce za možnost volby, avšak téměř neomezené ztráty, která roste s klesající cenou podkladového aktiva.

Obr. 2. 6 Put opce z pohledu prodávajícího



Opční kontrakty se složitější výplatní funkcí než plain vanilla opce jsou opce exotické. Exotické opce jsou obchodovány na OTC trzích, neboť jsou šity na míru a slouží k uspokojení konkrétních potřeb subjektů. S tím se pojí nižší likvidita kontraktu a problém při jejich oceňování. Exotické opce lze členit dle Tichý (2006) na:

- **path dependent opce** – výplata je závislá na ceně podkladového aktiva za určité období, např. asijské opce, lookback opce, bariérové opce, komplexní bariérové opce;

- **digitální opce** – výplata u této opce se odvíjí od toho, zdali cena podkladového aktiva dosáhne předem stanoveného parametru, např. cash-or-nothing opce, asset-or-nothing opce;
- **vícestupňové opce** – opce, se kterými se pojí právo činit v průběhu jejich životnosti důležitá rozhodnutí, např. výběrové opce, složené opce, opce s odloženou platností;
- **package** – představuje portfolio, které je tvořeno plain vanilla opcemi, forwardy, hotovostí a podkladovým aktivem, např. collar, opční pozice (bull, spread, strangles, straddles, strip, strap);

2.3 PREDIKCE VOLATILITY POMOCÍ GARCH A EWMA MODELŮ

Mezi důležité úlohy finančního modelování patří odhad volatility, která je potřeba znát, neboť slouží pro řízení finančních rizik, používá se při oceňování opcí, optimalizaci portfolia, zajištění se proti rizikům atd. V této kapitole se vychází především z literatury Zmeškal (2013).

Pro odhad volatility se může využít historický přístup, ale jelikož často nebývá splněn předpoklad homoskedasticity neboli konstantní rozptyl, tak se využívají adaptační metody, u nichž se určuje podmíněný rozptyl. Modely, které se často používají pro predikci volatility, jsou GARCH (Generalised Autoregressive Conditional Heteroskedastic) a model EWMA (Exponential Weighted Moving Average, exponenciálně vážený klouzavý průměr).

GARCH (1;1) model je stanoven pro odhad volatility na jedno období takto:

$$\sigma_{t+1,t}^2 = \omega + \alpha \cdot \varepsilon_t^2 + \beta \cdot \sigma_{t,t-1}^2, \quad (2.3-1)$$

kde $\sigma_{t+1,t}^2$ je predikovaný rozptyl v čase t na $t + 1$, $\sigma_{t,t-1}^2$ je predikovaný rozptyl v čase $t - 1$ na t , ε_t^2 je skutečný rozptyl v čase t , ω , α , β jsou odhadované parametry a přitom musí být splněny podmínky, že $\omega, \alpha, \beta \geq 0$ a zároveň $\alpha + \beta < 1$.

Při odhadu volatility je potřeba zjistit spojitý výnos finančního aktiva podle následujícího vzorce:

$$R_{i,t} = \ln \frac{P_{i,t}}{P_{i,t-1}}, \quad (2.3-2)$$

kde $R_{i,t}$ je spojitý výnos finančního aktiva i v čase t , $P_{i,t}$ je cena finančního aktiva i v čase t a $P_{i,t-1}$ je cena finančního aktiva i v čase $t - 1$.

Model EWMA s jedním parametrem je zvláštním případem GARCH (1;1) modelu, a platí u něj $\omega = 0$; $\alpha = (1 - \lambda)$; $\beta = \lambda$ a tedy $0 \leq \lambda \leq 1$. Model lze vyjádřit následující rovnicí:

$$\sigma_{t+1,t}^2 = (1 - \lambda) \cdot \varepsilon_t^2 + \lambda \cdot \sigma_{t,t-1}^2, \quad (2.3-3)$$

kde λ je tlumicí faktor, který se pohybuje v intervalu $[0;1]$. Pokud je $\lambda = 1$, pak se jedná o homoskedasticitu neboli konstantní rozptyl a $\lambda = 0$ svědčí o heteroskedasticitě. Čím více se blíží hodnota λ k nule, tím více se jedná o adaptační proces, který je významně ovlivněn předchozí dosaženou skutečností.

Pomocí metody maximální věrohodnosti nebo pomocí minimalizace kritéria RMSE (Root Mean Square Error) lze odhadnout parametr modelu, a toto kritérium se vypočítá následovně

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \sum_t z_t^2}, \quad (2.3-4)$$

kde $z_t = \varepsilon_t^2 - \sigma_{t,t-1}^2$ a jedná se o chybu predikce neboli rozdíl mezi skutečností a predikcí.

U EWMA modelu není zapotřebí shromažďovat dlouhou časovou řadu historických údajů a odhad a predikce rozptylu je snazší, než jako je tomu u GARCH modelu.

2.4 SIMULACE NÁHODNÉHO VÝVOJE CENY FINANČNÍCH AKTIV

Finanční aktiva, u kterých lze s pravděpodobností jedné určit jejich budoucí hodnotu pro jakýkoliv časový úsek, jsou označována za jisté (deterministické). Náhodný vývoj finančních aktiv, označovaný jako stochastický proces, je typický pro finanční aktiva, u kterých je možné určit množinu možných budoucích hodnot, ať už diskrétní či spojitou, avšak nelze jim přiřadit konkrétní pravděpodobnosti. U některých finančních

aktiv je možné určit jejich budoucí hodnoty pouze pomocí intervalu. Teoretické poznatky jsou v této části čerpány zejména z literatury Tichý (2006) a Zmeškal (2013).

Podle podoby stochastického procesu, zdali se mění proměnná diskrétně či spojitě, lze rozlišit dva přístupy:

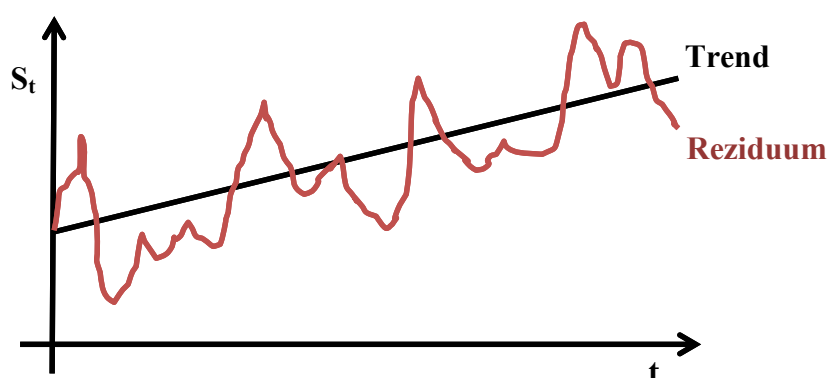
- **diskrétní modely** – založeny na diskrétní změně v diskrétním čase $t = \{0, 1, 2, 3, \dots\}$;
- **spojité modely** – založeny na spojitě změně v spojitém čase $t \in \{0, \infty\}$;

Stochastický proces tvoří dvě složky:

- **trend** – deterministická veličina;
- **reziduum** – náhodná veličina, odchylka s určitým rozdělením pravděpodobnosti;

Stochastický proces je utvářen různou kombinací trendů a reziduí s příslušnými pravděpodobnostmi a je zachycen na Obr. 2.7.

Obr. 2. 7 Stochastický proces



Rizikovou složku u stochastického procesu lze modelovat pomocí spojitého procesu, kterým je Wienerův proces nebo pomocí diskrétního procesu, kterým je Poissonův proces.

2.4.1 WIENERŮV PROCES

Wienerův proces bývá označován jako specifický Wienerův proces a je základním prvkem pro ostatní spojité procesy. Tento proces vychází ze dvou základních předpokladů:

- sleduje Markovův proces, což znamená, že na predikované ceny mají vliv pouze aktuální ceny a historické ceny je vůbec neovlivňují;
- změny cen jsou v čase nezávislé;

Wienerův proces lze zapsat takto:

$$\tilde{z}_{0+dt} - z_0 = dz = \tilde{\varepsilon} \cdot \sqrt{dt}, \quad (2.4-1)$$

kde dz je přírůstek náhodné proměnné, dt je nekonečně malá změna času, $\tilde{\varepsilon}$ je náhodná proměnná z normovaného normálního rozdělení $N(0,1)$ a tedy střední hodnota $E(dz)$ je rovna nule, rozptyl $var(dz)$ je roven změně času a směrodatná odchylka $\sigma(dz)$ je rovna odmocnině změny času.

Pokud se předpokládá vývoj ceny v čase za určitý počet intervalů k o shodné délce dt , potom:

$$\tilde{z}_T - z_0 = \sum_{i=1}^k \tilde{\varepsilon} \cdot \sqrt{dt}. \quad (2.4-2)$$

Z toho plyne, že střední hodnota $E(\tilde{z}_T)$ je rovna nule, rozptyl $var(\tilde{z}_T)$ je roven T a směrodatná odchylka $\sigma(\tilde{z}_T)$ je rovna \sqrt{T} .

2.4.2 ITÔŮV PROCES

Tento proces je jedním z obecných stochastických procesů a pro proměnnou x je definován takto:

$$dx = a(x; t) \cdot dt + b(x; t) \cdot dz, \quad (2.4-3)$$

kde $a(\cdot)$ je přírůstek změny proměnné a $b(\cdot)$ je směrodatná odchylka změny proměnné.

Obdobou Taylorova rozvoje, který je definován pro nestochastické funkce, je Itôova lema pro funkce, jejichž proměnnými jsou stochastické procesy a čas, $G = f(x, t)$ a je vyjádřena následovně:

$$dG = \left[\left(\frac{\partial G}{\partial x} \cdot a(\cdot) + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\partial^2 G}{\partial x^2} \cdot b^2(\cdot) \right) \right] \cdot dt + \frac{\partial G}{\partial x} \cdot b(\cdot) \cdot dz. \quad (2.4-4)$$

Jedná se o Itôův proces s přírůstkem $\left(\frac{\partial G}{\partial x} \cdot a(\cdot) \right) + \frac{\partial G}{\partial x} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\partial^2 G}{\partial x^2} \cdot b^2(\cdot)$ a rozptylem $\frac{\partial G}{\partial x} \cdot b(\cdot)$.

2.4.3 BROWNOVY PROCESY

Brownovy procesy se často používají k simulaci náhodného vývoje cen akcií a měn a jejich náhodná složka odpovídá specifickému Wienerovu procesu. Mezi Brownovy procesy patří aritmetický Brownův proces a geometrický Brownův proces.

Aritmetický Brownův proces je také označován jako zobecněný Wienerův proces. V tomto případě se jedná o Itôův proces, neboť parametry jsou konstantní a na ostatních proměnných nezávislé. Aritmetický Brownův proces je vyjádřen následovně

$$dx = \mu \cdot dt + \sigma \cdot dz, \quad (2.4-5)$$

kde $\mu \cdot dt$ je deterministická složka, která odpovídá aritmetickému deterministickému procesu (trend), $\sigma \cdot dz$ je náhodná složka, která odpovídá specifickému Wienerovu procesu (reziduum).

Geometrický Brownův proces je takový proces, u něž se cena finančního aktiva vyvíjí exponenciálním trendem a často se používá právě ve finančním modelování. Zápis geometrického Brownova procesu je pak:

$$dx = \mu \cdot x \cdot dt + \sigma \cdot x \cdot dz, \quad (2.4-6)$$

kde μ je průměrný výnos finančního aktiva, σ je směrodatná odchylka finančního aktiva a x je multiplikační faktor.

Geometrický Brownův proces může být vyjádřen také následovně:

$$\frac{dx}{x} = \mu \cdot dt + \sigma \cdot dz, \quad (2.4-7)$$

kde $\frac{dx}{x}$ je relativní výnos finančního aktiva.

Pokud se předpokládá, že výnos finančního aktiva se vyvíjí podle geometrického Brownova procesu, pak lze pomocí Itôovy lemmy pro funkci $G = \ln x$ ukázat:

$$dG = d \ln x = \alpha \cdot dt + \sigma \cdot dz, \quad (2.4-8)$$

kde $d = \ln x$ je spojitý výnos finančního aktiva.

Pro jeden krok o délce Δt lze náhodný vývoj ceny finančního aktiva zapsat následovně:

$$x_{t+\Delta t} = x_t \cdot \exp(\alpha \cdot \Delta t + \sigma \cdot \tilde{z}) = \exp\left[\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot \Delta t + \sigma \cdot \tilde{\varepsilon} \cdot \sqrt{\Delta t}\right]. \quad (2.4-9)$$

Za období k kroků lze určit střední hodnotu ceny finančního aktiva podle vzorce:

$$E(x_T) = X_0 \cdot \exp(\mu \cdot \Delta t \cdot k) = x_0 \cdot \exp(\mu \cdot T). \quad (2.4-10)$$

Rozptyl ceny finančního aktiva za období k kroků se vypočítá tímto způsobem:

$$\text{var}(x_T) = x_0^2 \cdot \exp(2 \cdot \alpha \cdot \Delta t \cdot k) \cdot \exp[\exp(\sigma^2 \cdot \Delta t \cdot k) - 1]. \quad (2.4-11)$$

Pro cenu finančních aktiv se vypočítá kvantil log-normálního rozdělení pravděpodobnosti následovně:

$$x_T^\gamma = x_0 \cdot \exp(\alpha \cdot \Delta t \cdot n + \Phi^{-1}(\gamma) \cdot \sigma \cdot \sqrt{\Delta t \cdot n}). \quad (2.4-12)$$

Přitom \tilde{z} je náhodná proměnná a platí, že $\tilde{z} = \tilde{\varepsilon} \cdot \sqrt{\Delta t}$ a $\tilde{\varepsilon}$ je náhodná veličina z normovaného normálního rozdělení $N(0,1)$, $\alpha \cdot \Delta t$ je deterministická část změny ceny finanční veličiny, $\sigma \cdot \tilde{z}$ je náhodná reziduální odchylka výnosu za daný interval, n je nezávislý scénář, k je počet intervalů, Δt je délka intervalu, μ je střední hodnota spojitých výnosů ceny finančního aktiva, σ je směrodatná odchylka, x_0 je výchozí cena finančního aktiva, x_T je cena finančního aktiva v čase T a $\Phi^{-1}(\gamma)$ je kvantil pro γ ve zvolené výši jako 5 %, respektive 95 %.

3 POPIS METOD ZAJIŠTĚNÍ MĚNOVÉHO RIZIKA

S rostoucí otevřeností domácí ekonomiky roste i význam měnového kurzu a tudíž i význam zajištění měnového rizika. Změny měnového kurzu ovlivňují tržby exportérů a nákladnost vstupů importérů. Pokud firma není schopna určit budoucí vývoj měnového kurzu, či si myslí, že by jí mohla vzniknout ztráta v důsledku nepříznivého vývoje měnového kurzu, pak se rozhodne pro hedging a uzavření své otevřené devizové pozice.

Firma, která není vystavena měnovému riziku a nachází se v uzavřené devizové pozici, má aktiva a pasiva shodná v jejich kvantitativní výši, v jejich době do splatnosti a v způsobu a výši jejich úročení.

Pokud je jedno z výše zmíněných tří kritérií porušeno, pak se firma nachází v otevřené devizové pozici, přičemž se rozlišuje dlouhá a krátká otevřená devizová pozice. O dlouhou devizovou pozici se jedná, pokud jsou pohledávky v cizí měně větší než závazky v cizí měně k dané době splatnosti. Opačně je tomu u krátké devizové pozice.

Citlivost aktiv, pasiv a peněžních toků v domácí měně na změnu měnového kurzu představuje devizová expozice. Pro devizovou expozici platí:

- vztahuje se jak k nominálním, tak k reálným hodnotám;
- týká se jak stavových, tak tokových veličin;
- analyzuje se jak na netto, tak i brutto základě;
- měří se jak pro skutečné, tak i pro očekávané a neočekávané změny měnového kurzu.

Obvykle se rozlišují tři typy devizové expozice:

- **transakční devizová expozice** – vyjadřuje, jak citlivé jsou budoucí devizové transakce (platby a inkasa) v domácí měně na minulou, současnou a budoucí změnu spotového kurzu. Transakční devizová expozice se zjišťuje proto, aby firma zjistila částku v cizí měně, kterou je potřeba zajistit;
- **ekonomická devizová expozice** – vyjadřuje, jak citlivé jsou budoucí peněžní toky firmy (vykazovány v měně země, kde má sídlo mateřská společnost) na budoucí změny měnového kurzu. Součástí ekonomické devizové expozice je transakční devizová expozice;

- **účetní devizová expozice** – vyjadřuje citlivost konsolidovaných účetních výkazů nadnárodních společností na změnu měnového kurzu. Účetní výkazy dceřiných společností nadnárodní firmy jsou ovlivněny změnami měnového kurzu, neboť jsou převáděny na domácí měnu kurzem platným k určitému datu;

Dále jsou v kapitole popsány metody, kterými lze snížit měnovou expozici a zajistit měnové riziko. Následně jsou popsány principy, které se používají při oceňování finančních aktiv na finančních trzích, a také je přiblížen postup ocenění vybraných finančních derivátů, které jsou v práci použity pro zajištění měnového rizika. Tato kapitola obsahuje informace, které byly čerpány především z literatury Durčáková a Mandel (2010), Tichý (2006) a Zmeškal (2013).

3.1 METODY SNÍŽENÍ MĚNOVÉ EXPOZICE A ZAJIŠTĚNÍ MĚNOVÉHO RIZIKA

Metody snížení měnové expozice a zajištění měnového rizika jsou členěny do dvou skupin dle Durčáková a Mandel (2010), a to:

- **externí metody** – využívají nástrojů finančního trhu;
- **interní metody** – nedílná součást finančního řízení firmy a patří mezi ně netting, matching, leading a lagging, měnová diverzifikace, cenová politika a volba měny pro fakturace;

Externí metody – zajišťovatel (hedger) se rozhoduje, zdali svou otevřenou devizovou pozici zajistí pomocí finančních derivátů nebo prostřednictvím peněžního trhu. Důležité je porovnat výhody obou typů zajištění. Pokud by byl trh dokonale efektivní, pak by měly být oba typy zajištění stejně nákladné a zajišťovatel by měl být mezi nimi indiferentní. Princip hedgingu s využitím peněžního trhu (tj. spotové, úvěrové a depozitní operace) spočívá v tom, že firma, která se nachází v otevřené devizové pozici, se rozhodne svou pozici uzavřít, např. přijetím úvěru v dané cizí měně se stejnou dobou splatnosti a ve stejné nominální výši.

Netting – společnost, která se rozhodne zajistit svou pozici pomocí této techniky, provádí vzájemné započtení pohledávek a závazků v různých měnách, které ji vznikají

zpravidla u dceřiných společností v rámci holdingové společnosti. Výhoda nettingu spočívá v tom, že zúčastněné strany ušetří transakční náklady, které by jim vznikly při přeměně měn nebo na bankovních poplatcích.

Matching – tato technika je obdobou nettingu s tím rozdílem, že k vzájemnému zápočtu pohledávek a závazků v různých měnách nedochází jen v rámci holdingové společnosti, ale i vůči třetím stranám.

Leading a lagging – společnost přizpůsobuje své platby a inkasa očekávanému vývoji měnového kurzu. Pokud se očekává znehodnocení měny, bude společnost usilovat o úhradu svých závazků v cizí měně před termínem splatnosti a bude se jednat o leading. O zpoždění úhrady svých závazků v cizí měně bude firma usilovat, pokud bude očekávat zhodnocení domácí měny a takováto strategie se označuje jako lagging.

Měnová diverzifikace – společnost drží devizové pohledávky a závazky v měnách, jejichž spotové kurzy jsou negativně korelovány s domácí měnou a tím je zajištěna stabilní hodnota devizových pohledávek a závazků v domácí měně.

Cenová politika – společnost do obchodních smluv zakomponuje měnovou doložku, kterou se chrání před ztrátou v důsledku nepříznivého vývoje měnového kurzu. Tato měnová doložka umožňuje firmě měnit cenu zboží v souvislosti se změnou spotového kurzu v období mezi uzavřením obchodní smlouvy a uhrazením kontraktu.

Volba fakturační měny – společnost se snaží fakturovat ve své domácí měně, popř. ve měně, která je stabilní vůči domácí měně a tím se vyhnula devizové expozici.

3.2 OCEŇOVÁNÍ FINANČNÍCH DERIVÁTŮ

Při zajišťování měnového rizika se využívá celá řada finančních derivátů a důležitou úlohou je jejich ocenění. Na finančních trzích se používají pro ocenění finančních aktiv podle literatury Tichý (2006) tyto základní principy:

- **rovnovážný přístup** – cena aktiva je stanovena za daných podmínek, v daném čase a místě na rovnováze mezi poptávkou a nabídkou po tomto aktivu. Používá se tehdy, když nelze sestavit matematický model;
- **princip nemožnosti arbitráže** – cena aktiva je jen jedna jediná a je tak zamezeno arbitráži;

- ***rizikově neutrální přístup*** – cena aktiva je stanovena na základě diskontování peněžních toků bezrizikovou sazbou, které generuje, přičemž se předpokládá neutrální postoj k riziku u všech investorů.

Všechny tyto principy vychází z obecných předpokladů, kterými jsou dokonalý trh, nebezpečí úpadku je eliminováno, subjekty na trhu jsou nenasycené a jsou příjemci cen, chování tržních subjektů je racionální a jejich jednání je optimální. Pokud by byl některý z těchto předpokladů porušen, může být výsledná cena určena jako interval.

V rámci této práce bude při oceňování finančních aktiv aplikován princip nemožnosti arbitráže. Nemožností arbitráže se rozumí to, že není možné dosáhnout vyššího než bezrizikového výnosu. Tento princip se aplikuje zejména u finančních derivátů, jejich hodnota je odvozena na základě znalosti ceny podkladového aktiva (měnového kurzu), které je považováno za primární aktivum a jeho cena za exogenní veličinu.

Při aplikaci principu nemožnosti arbitráže, kdy výnos je bezrizikový a uvažuje se se spojitým úročením, je hodnota portfolia vyjádřena následovně:

$$\pi_T = \pi_t \cdot e^{R_f \cdot (T-t)}, \quad (3.2-1)$$

kde π_t je hodnota portfolia v době uzavření kontraktu t , π_T je hodnota portfolia v době realizace T , $e^{R_f \cdot (T-t)}$ je spojitý úročitel a R_f je bezriziková sazba.

3.2.1 FORWARD NA MĚNU

Forward na měnu je finanční derivát na výměnu pevné částky hotovosti v jedné měně za pevnou částku hotovosti v měně druhé k určitému časovému okamžiku v budoucnu. Měnový kurz, na kterém se smluvní strany dohodnou, je označována jako forwardový měnový kurz. Forwardy na měnu se splatností od 1 do 12 měsíců jsou nejlikvidnější a s delší dobou splatnosti se jejich likvidita snižuje.

Hodnota forwardu závisí na spotovém kurzu a úrokovém diferenciálu, což je rozdíl mezi domácí a zahraniční úrokovou sazbou.

Slouží pro zajištění měnového rizika, které vzniká při negativním vývoji daného měnového páru. Nevýhodu měnového forwardu lze spatřit v nemožnosti profitovat na pozitivním vývoji měnového kurzu.

Aby bylo možné dosáhnout pouze bezrizikového výnosu, pak musí platit následující podmínka, která má tvar:

$$\pi_t \cdot e^{R_d \cdot (T-t)} = \pi_T, \quad (3.2-2)$$

kde π_t je hodnota portfolia v době uzavření kontraktu t , π_T je hodnota portfolia v době realizace T , $e^{R_f \cdot (T-t)}$ je spojitý úročitel a R_d je bezriziková sazba domácí měny.

Po dosazení do rovnice (3.2-2) platí:

$$F_{t,T} \cdot Q \cdot e^{R_d \cdot (T-t)} = (X - S_t \cdot e^{(R_d - R_f) \cdot (T-t)}) \cdot Q, \quad (3.2-3)$$

kde $F_{t,T}$ je hodnota forwardu v čase t a splatností T , Q je množství cizí měny, $e^{R_f \cdot (T-t)}$ je spojitý úročitel, $X \equiv F_{0,T}$ je dodací cena, S_t je hodnota cizí měny, R_f je bezriziková sazba zahraniční měny a R_d je bezriziková sazba domácí měny.

Hodnotu forwardu v čase t a splatností T zjistíme podle vzorce:

$$F_{t,T} = X \cdot e^{-R_d \cdot (T-t)} - S_t \cdot e^{-R_f \cdot (T-t)}. \quad (3.2-4)$$

Dodací cena v době prvotního uvedení forwardu je rovna realizační ceně za předpokladu, že $F_{0,T} = 0$ a tedy:

$$X_T \equiv F_{0,T} = S_T \cdot e^{(R_d - R_f) \cdot (T-t)}. \quad (3.2-5)$$

3.2.2 PUT OPCE NA MĚNU

Prodejní opce na měnu umožňuje majiteli opce prodat dohodnuté množství cizí měny vypisovateli opce, a to za dohodnutou realizační cenu. Za toto právo musí zaplatit opční prémii dohodnutou při sjednání kontraktu a bývá stanovena buď pevně na jednotku podkladové měny nebo v procentech.

Put opce na měnu slouží pro zajištění měnového rizika v důsledku nepříznivého vývoje měnového kurzu. Na rozdíl od forwardu může majitel opce profitovat na pozitivním vývoji měnového kurzu a nevyužít opční právo.

Modely pro oceňování opcí slouží k výpočtu ceny opce (opční premie) k okamžiku ocenění, přičemž se liší v podmínkách použití a předpokladech pro jejich aplikaci. Modely oceňování opcí je možné členit do tří základních skupin:

- ***analytické modely*** – výsledkem těchto modelů je formule (vztah), do kterého jsou dosazeny hodnoty a zjištěna cena opce. Patří zde např. Black-Scholesův model. Analytické modely se používají pro oceňování Plain Vanilla opce.
- ***numerické (aproximativní) modely*** – výpočet ceny opce je aproximován v diskrétním čase. Patří zde binomický model (dvě možnosti rozhodnutí), trinomický model (tři možnosti rozhodnutí) a multinomický model (čtyři a více možností rozhodnutí). Numerické modely se využívají pro ocenění evropských i amerických opcí;
- ***simulace Monte Carlo*** – metoda založena na tom, že se simuluje mnoho scénářů vývoje podkladového aktiva a na základě toho je stanovena cena opce. Simulace Monte Carlo se využívá při oceňování evropských call a put opcí;

Mezi nejvyužívanější model pro oceňování, zajišťování a replikaci opcí, díky své jednoduchosti, patří Blackův a Scholesův model. Mezi základní předpoklady, ze kterých BS model vychází, patří:

- možnost krátkého prodeje s úplným využitím výtěžku,
- konstantní bezriziková sazba pro všechny doby do splatnosti,
- konstantní volatilita podkladového aktiva,
- neuvažuje se s výplatou dividend po dobu životnosti opce,
- spojitě obchodování s nekonečně dělitelnými aktivy,
- ideální kapitálový trh (neexistují transakční náklady a daně, není možná arbitráž),
- nezávislost cen na očekávaných výnosech,
- ceny podkladového aktiva se vyvíjí dle geometrického Brownova pohybu s logaritmickými cenami.

Podle BS modelu se cena evropské call opce na měnu vypočte dle následujícího vzorce:

$$c = e^{-R_f \cdot T} \cdot S_0 \cdot N(d_1) - e^{-R_a \cdot T} \cdot X \cdot N(d_2), \quad (3.2-6)$$

kde

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{X}\right) + \left(r_d - r_f + \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot T}{\sigma \cdot \sqrt{T}} \quad (3.2-7)$$

a

$$d_2 = d_1 - \sigma \cdot \sqrt{T}. \quad (3.2-8)$$

Přitom S_0 je hodnota měnového kurzu v čase 0, R_d je domácí bezriziková sazba, R_f je zahraniční bezriziková sazba, X je realizační cena, T je moment realizace opce, σ je volatilita měnového kurzu a $N(d_1), N(d_2)$ je distribuční funkce normovaného normálního rozdělení, c je cena evropské call opce.

Cena evropské put opce na měnu dle BS modelu je obecně určena takto,

$$p = e^{-R_d \cdot T} \cdot X \cdot N(-d_2) - e^{-R_f \cdot T} \cdot S_0 \cdot N(-d_1), \quad (3.2-9)$$

kde p je cena evropské put opce.

4 POSOUZENÍ VYBRANÝCH METOD ZAJIŠTĚNÍ MĚNOVÉHO RIZIKA

V této kapitole jsou aplikovány teoretické poznatky z druhé a třetí kapitoly pro zajištění měnového rizika, kterému je vystavena vybraná společnost, působící ve strojírenském průmyslu, Motor Lučina, spol. s r. o. K zajištění měnového rizika jsou vybrány strategie, které byly blíže popsány ve třetí kapitole a jsou mezi sebou posouzeny dle zvolených kritérií.

Na úvod je představena společnost Motor Lučina, spol. s r. o., která je vystavena měnovému riziku ze své obchodní činnosti a následně je zjištěn historický vývoj měnového kurzu CZK/EUR z dat z internetové databáze www.kurzy.cz. Z historické časové řady je pomocí EWMA modelu určena volatilita měnového kurzu, která je následně použita pro simulaci budoucího vývoje měnového kurzu. Při dalších výpočtech se pracuje se třemi scénáři vývoje měnového kurzu. První scénář vychází z toho, že se měnový kurz vyvíjí zcela náhodně. Druhý scénář pracuje s možností, že se Česká národní banka rozhodne upustit od devizových intervencí v druhé polovině roku 2016 a koruna v důsledku toho posílí o 2 CZK. Třetí scénář zachycuje situaci, kdy Česká národní banka bude i nadále provádět devizové intervence s cílem udržet kurz nad hladinou 27 CZK/EUR. Dále jsou oceněny vybrané finanční deriváty a je zjištěn efekt, který vznikne ze zajištění měnového rizika. Následně je výsledný efekt zajištění, z jednotlivých strategií a pro jednotlivé scénáře, porovnán pomocí vybraných kritérií.

4.1 PROFIL SPOLEČNOSTI MOTOR LUČINA, SPOL. S R. O.

Obchodní jméno	Motor Lučina, spol. s r. o.
Právní forma	společnost s ručením omezeným
Datum vzniku	10. března 1997
Sídlo	Jamnická 116, 738 01, Staré Město
Identifikační číslo	25367625
Základní kapitál	600.000,-

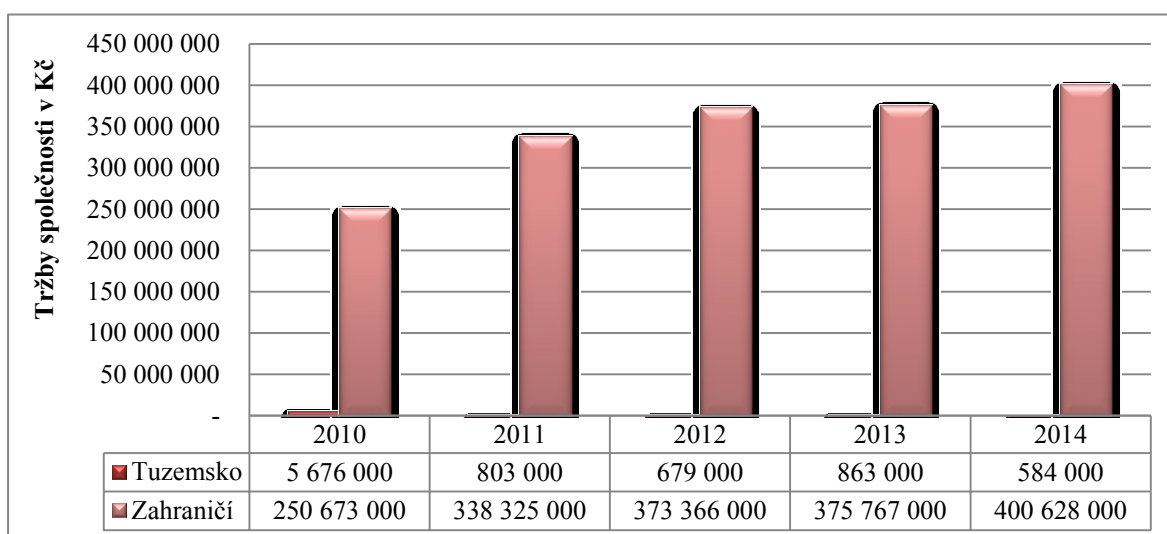
Společnost Motor Lučina, spol. s r. o. je významným exportérem v moravském regionu. Jejím hlavním předmětem činnosti je výroba ocelových konstrukcí, strojů a zařízení pro významné světové producenty, kteří se zaměřují na výrobu stavební a těžební techniky. Společnost poskytuje své služby v oblasti strojírenské výroby více než 18 let.

Majetkově ryze česká firma Motor Lučina spol. s r. o. vlastní 3 výrobní závody, ve kterých zaměstnává okolo 300 kmenových zaměstnanců, a kterým zajišťuje stabilní, perspektivní a zajímavé pracovní podmínky. Společnost má již dnes nasmlouváno množství zakázek na několik let dopředu, a to především díky svému přístupu ke kvalitě dodávaných výrobků, neustálým školením a kariérnímu programu růstu svých zaměstnanců.

Společnost Motor Lučina, spol. s r. o. vyrábí především díly jeřábů, díly stavebních strojů, míchací techniku, malé mostní celky (silniční mosty a lávky do hmotnosti 40 tun), zvedací a rovnací plošiny a díly pro těžební průmysl.

Z tržeb, viz Obr. 4.1, které společnost Motor Lučina, spol. s r. o. inkasovala v předchozích letech, vyplývá, že firma je exportně založená. Více než 99 % produkce firmy směřuje do Německa. Hlavními a klíčovými odběrateli jsou koncern Liebherr GmbH, který se zabývá výrobou věžových jeřábů, stavebních strojů, lodních a přístavních jeřábů a koncern Bauer GmbH, který vyrábí komponenty pro vrtné a těžební věže. Veškeré tržby, které firma obdrží za své výrobky od těchto hlavních odběratelů, jsou inkasovány v měně EUR.

Obr. 4. 1 Tržby společnosti Motor Lučina, spol. s r. o. v období 2010 – 2014

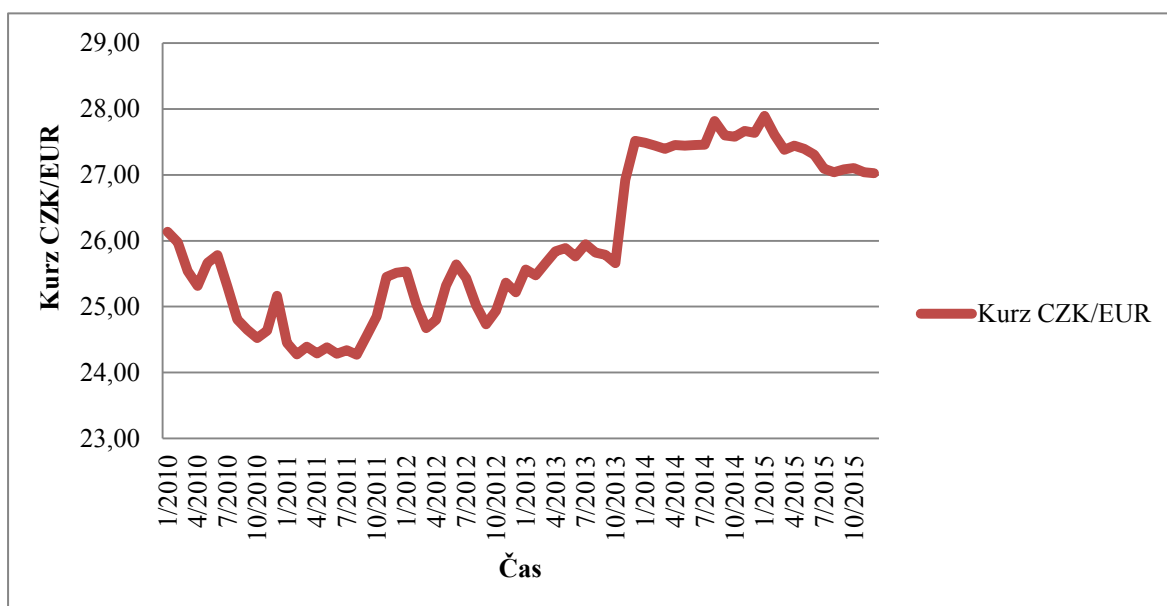


Pro výrobu nakupuje společnost Motor Lučina, spol. s r. o. materiál, který pochází ze 75 % od dodavatelů z České republiky a z 25 % od dodavatelů z Německa. To znamená, že vedle pohledávek v cizí měně eviduje společnost i závazky v cizí měně a dochází tak k přirozenému (internímu) hedgingu. Mzdy a ostatní náklady firmy jsou hrazeny v měně CZK.

4.2 PREDIKCE VOLATILITY MĚNOVÉHO KURZU CZK/EUR

Na základě zveřejněného historického vývoje měnového kurzu CZK/EUR, byl zjištěn měsíční vývoj měnového kurzu CZK/EUR, který je zachycen na Obr. 4.2 a v Příloze č. 1, a to za období od ledna roku 2010 do prosince roku 2015. Časovou řadu tvoří celkem 71 měsíčních měnových kurzů.

Obr. 4. 2 Vývoj měnového kurzu CZK/EUR v období 1/2010 – 12/2015



Na Obr. 4.2 je vidět oslabení koruny od listopadu 2013, ke kterému došlo na základě intervencí České národní banky. Učinila tak, aby splnila svůj cíl, kterým je udržet cenovou stabilitu v České republice a nedošlo tak k deflaci. Centrální banka měla ukončit devizové intervence, jako jeden z nástrojů měnové politiky, na počátku roku 2015, ale rozhodla se pro oslabování kurzu až do roku 2016. Bude tedy nadále provádět veškerá potřebná opatření, aby udržela měnový kurz nad hranicí 27 CZK/EUR.

Pro predikci volatility měnového kurzu byl použit model EWMA, u nějž není vyžadováno udržovat řadu historických údajů a ve srovnání s modelem GARCH je při

dlouhodobějších předpovědí (více než jeden měsíc) stejně přesný. EWMA model je založen na výpočtu parametru λ .

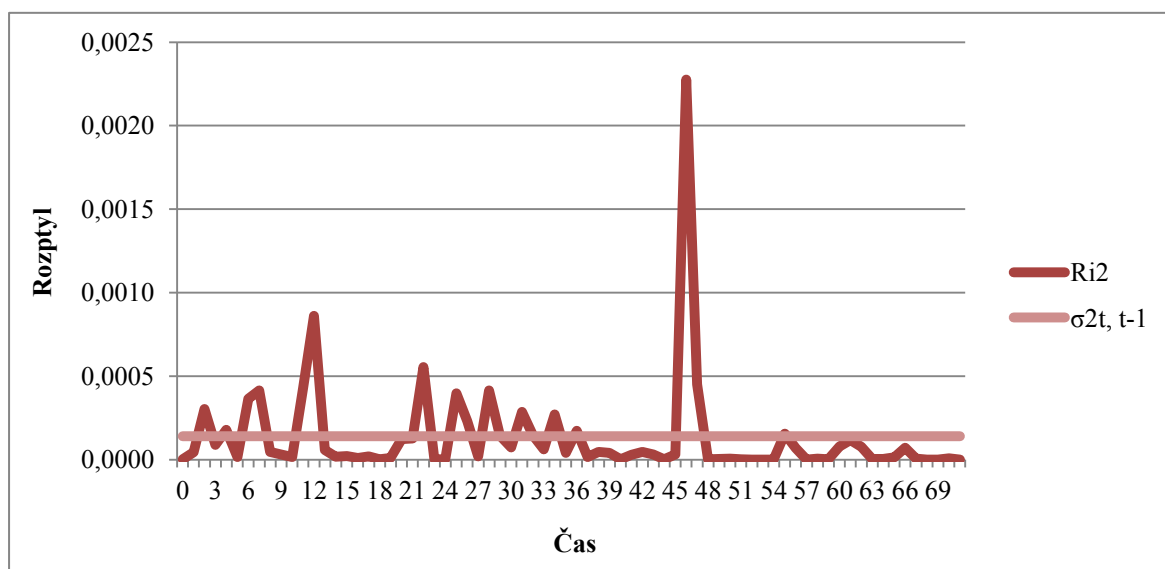
Podle (2.3-2) byly vypočteny měsíční spojité výnosy R_t , a to z měsíčních dat vývoje měnového kurzu CZK/EUR. Aby byla střední hodnota rovna nule, je potřeba očistit spojité výnosy, a to je provedeno tak, že od jednotlivých výnosů je odečtena střední hodnota a tím jsou získány očištěné spojité výnosy. Střední hodnota očištěných spojitých výnosů je po této úpravě již rovna nule. Následně byl vypočten skutečný rozptyl R_t^2 jako druhá mocnina očištěných spojitých výnosů, predikovaný rozptyl $\sigma_{t,t-1}^2$ v okamžiku t na moment $t+1$ podle (2.3-3) a směrodatná odchylka $\sigma_{t,t-1}$ jako odmocnina predikovaného rozptylu. Na závěr je vypočtena chyba predikce jako rozdíl mezi skutečným a predikovaným rozptylem.

Výsledek predikce pomocí modelu EWMA byl získán pomocí *Řešitele* programu Microsoft Excel. Při sestavení *Řešitele* se zadává:

Účelová funkce $RMSE = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \sum_{t=2}^T z_t} \rightarrow \min.$

Omezující podmínky $0 \leq \lambda \leq 1.$

Obr. 4. 3 Predikce rozptylu pomocí EWMA modelu



Hodnota λ je rovna 1 a jedná se tudíž o homoskedasticitu neboli konstantní rozptyl. To znamená, že budoucí vývoj měnového kurzu CZK/EUR nebude ovlivněn předchozí dosaženou skutečností.

4.3 SIMULACE MĚNOVÉHO KURZU POMOCÍ METODY MONTE CARLO

Na základě hodnot zjištěných z historického vývoje měnového kurzu CZK/EUR je, pomocí simulace Monte Carlo na bázi geometrického Brownova pohybu, zjištěna hodnota tohoto měnového kurzu pro následující období.

V rámci této práce budou uvažovány tři scénáře vývoje měnového kurzu CZK/EUR pro rok 2016. Vývoj měnového kurzu CZK/EUR je pro tyto scénáře následující:

- **1. scénář** – předpokládá se zcela náhodný vývoj měnového kurzu CZK/EUR;
- **2. scénář** – předpokládá se, že od 2. poloviny roku 2016 (tj. od 1. července 2016) dojde k tomu, že Česká národní banka se rozhodne pro ukončení devizových intervencí a v důsledku toho dojde k posílení domácí měny o 2 Kč;
- **3. scénář** – předpokládá se, že Česká národní banka bude i nadále po celý rok 2016 provádět devizové intervence a prostřednictvím prodeje domácí měny a nákupu měny cizí měny bude držet vývoj kurzu poblíž hladiny 27 CZK/EUR.

Pomocí *Generátoru pseudonáhodných čísel* v programu Microsoft Excel jsou vygenerována náhodná čísla $\tilde{\varepsilon}$ z normovaného normálního rozdělení $N(0,1)$ pro 1000 scénářů. Počet proměnných je roven počtu scénářů a počet náhodných čísel pak počet intervalů neboli kroků pro jeden scénář. Simulace měnového kurzu CZK/EUR pro jeden scénář je provedena na jeden rok (12 měsíců), což je 12 kroků, přičemž délka jednoho kroku odpovídá jednomu měsíci.

Následně byl podle (2.4-9) vypočten náhodný vývoj měnového kurzu CZK/EUR na rok 2016 pro 1000 scénářů (dále označováno jako *varianty*). Vstupní údaje použité při výpočtu byly zjištěny z historické časové řady vývoje měnového kurzu CZK/EUR za období od 1. ledna 2010 do 31. prosince 2015. Střední hodnota měsíčních spojitých výnosů je 0,000497. Tato hodnota byla dále testována pomocí T-tesu, kdy bylo předpokládáno, že tato střední hodnota je nulová. Pomocí výše uvedeného testu a statistiky nebyla zamítnuta nulová hypotéza ($\mu = 0$). A na základě toho je při výpočtech dále uvažováno, že střední hodnota měsíčních spojitých výnosů je rovna 0 a měsíční směrodatná odchylka spojitých výnosů je 0,011558. Výchozí cena měnového kurzu, která je platná k 31. 12. 2015, je

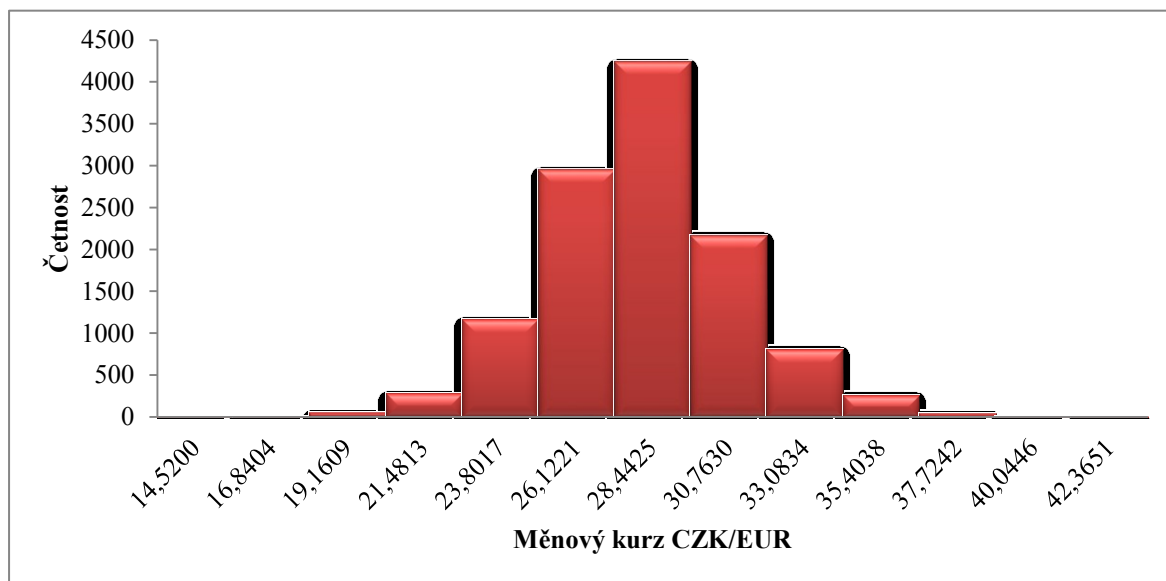
27,026 CZK/EUR. Počet kroků, pro které je simulace měnového kurzu provedena, je 12, to znamená, že $\Delta t = 1$. Vstupní údaje jsou shrnuty v Tab. 4.1.

Tab. 4. 1 Vstupní parametry pro simulaci měnového kurzu CZK/EUR

<i>VSTUPNÍ PARAMETR</i>		<i>HODNOTA</i>
<i>Střední hodnota</i>	μ	0,000
<i>Směrodatná odchylka</i>	σ	0,040
<i>Interval</i>	Δt	1,000
<i>Výchozí cena měnového kurzu CZK/EUR</i>	S_0	27,026
<i>Počet kroků</i>	k	12,000

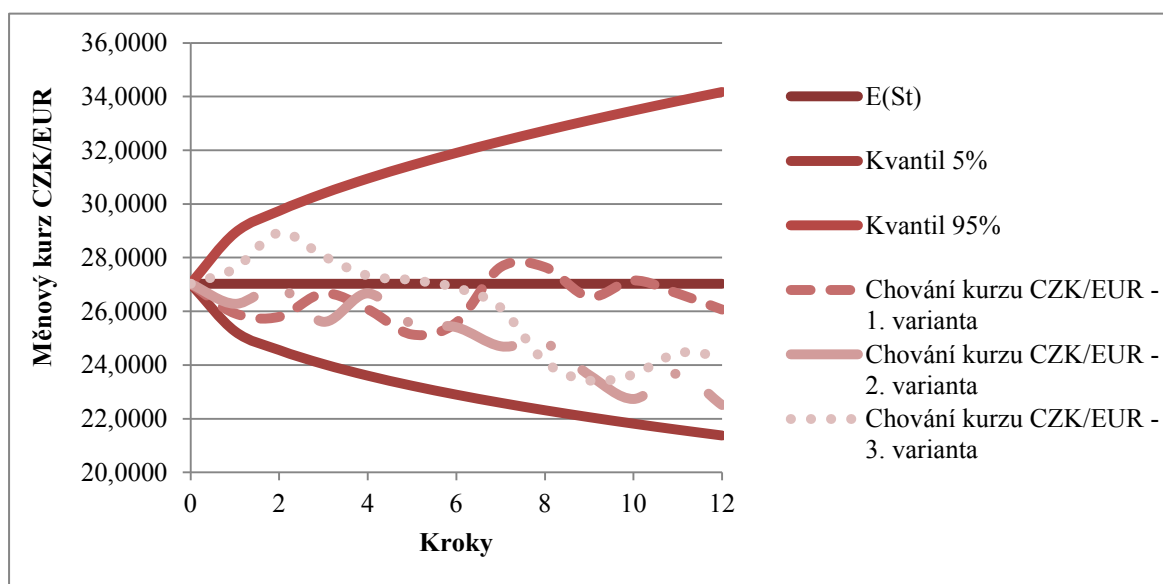
V grafu hustoty pravděpodobnosti na Obr. 4.4 je zachycen náhodný vývoj měnového kurzu CZK/EUR pro 1000 náhodných pokusů na rok 2016 pro 1. scénář. Simulované měnové kurzy jsou rozděleny do 13 intervalů. Intervaly se určí tak, že se prvně stanoví nejnižší a nejvyšší hodnota měnového kurzu pomocí funkcí $MAX(\cdot)$ a $MIN(\cdot)$ v programu Microsoft Excel a dále se určí šířka ekvidistantního intervalu, která činí 2,32042 CZK/EUR a vypočítají se meze intervalů. Dále je pomocí funkce Excelu $\check{C}ETNOSTI(Data;Hodnoty)$ určen výskyt hodnot pro jednotlivé intervaly. Hranice, ve které se kurz pohybuje, je od 14,52 CZK/EUR do 42,37 CZK/EUR. S největší pravděpodobností bude kurz v budoucnu nabývat hodnoty kolem 28,44 CZK/EUR.

Obr. 4. 4 Simulované hodnoty měnového kurzu CZK/EUR – 1. scénář



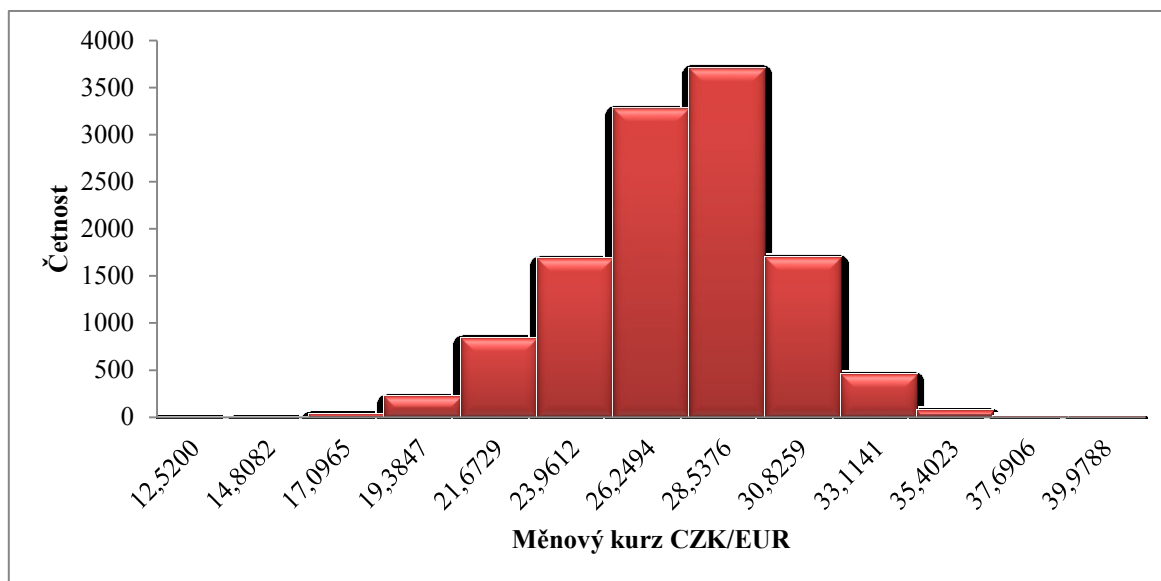
Náhodný vývoj měnového kurzu CZK/EUR pro 1., 2. a 3. variantu chování měnového kurzu CZK/EUR je zachycen na Obr. 4.5. Dále je zde zachycena střední hodnota, která byla zjištěna podle (2.4-10), směrodatná odchylka podle (2.4-11) a kvantily podle (2.4-12). Kvantil 5 %, který činí – 1,645 a kvantil 95 %, který je roven 1,645 byl vypočten v Excelu pomocí funkce $NORMSINV(\cdot)$ a určuje hranici, pod kterou by se nemělo dostat více než 10 % pokusů.

Obr. 4. 5 Vývoj měnového kurzu CZK/EUR – 1. scénář



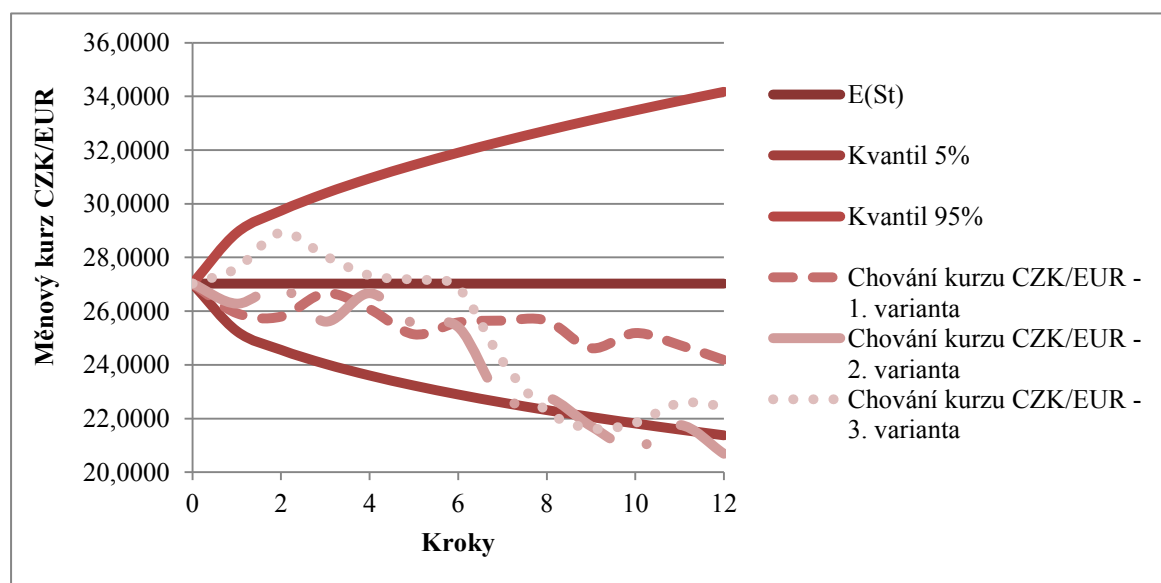
Pokud by se naplnil 2. scénář, pak by se měnový kurz pohyboval v rozmezí od 12,52 CZK/EUR do 39,98 CZK/EUR, přičemž vzdálenost intervalu je 2,28823 CZK/EUR. S největší pravděpodobností se bude měnový kurz pohybovat kolem 28,54 CZK/EUR. Simulované hodnoty měnového kurzu jsou zachyceny na Obr. 4.6.

Obr. 4. 6 Simulované hodnoty měnového kurzu CZK/EUR – 2. scénář



Pro 2. scénář je zachycen vývoj měnového kurzu CZK/EUR na Obr. 4.7, a to pro 1., 2. a 3. variantu chování měnového kurzu a dále střední hodnota, směrodatná odchylka, kvantil 5 % a kvantil 95 %.

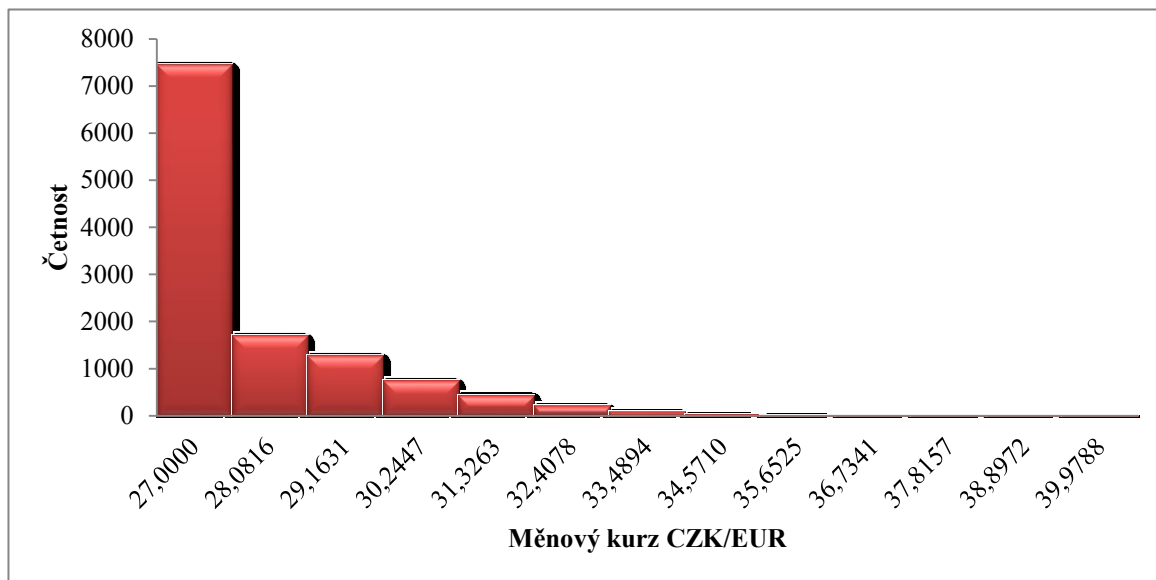
Obr. 4. 7 Vývoj měnového kurzu CZK/EUR – 2. scénář



Obr. 4.8 znázorňuje vývoj měnového kurzu CZK/EUR pro 3. scénář a je zřejmé, že se bude pohybovat od 27,00 CZK/EUR do 39,98 CZK/EUR. K tomu by došlo, pokud by se Česká národní banka rozhodla pokračovat v devizových intervencích a nedovolila tak, aby

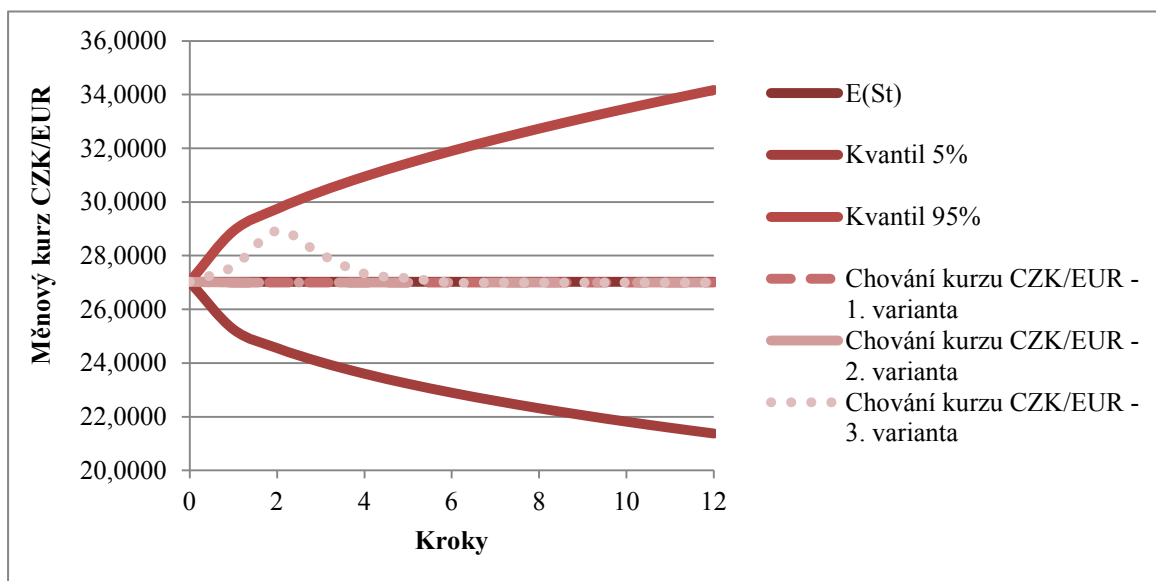
jeho hodnota klesla pod hranici 27 CZK/EUR. Vzdálenost intervalu je 1,08157 CZK/EUR. Právě hodnotě 27 CZK/EUR se bude měnový kurz s největší pravděpodobností rovnat.

Obr. 4. 8 Simulované hodnoty měnového kurzu CZK/EUR – 3. scénář



Pro 3. scénář je na Obr. 4.9, stejně jako pro předchozí scénáře, zachycen vývoj střední hodnoty, směrodatné odchylky, kvantilu 5 %, kvantilu 95 % a vybraných tří variant chování měnového kurz CZK/EUR na rok 2016.

Obr. 4. 9 Vývoj měnového kurzu CZK/EUR – 3. scénář



V Tab. 4.2 jsou shrnuty intervaly, v nichž se kurz může pohybovat v roce 2016 a hodnoty měnového kurzu, kterých bude s největší pravděpodobností nabývat pro výše uvedené scénáře.

Tab. 4. 2 Vývoj měnového kurzu CZK/EUR pro jednotlivé scénáře

<i>SCÉNÁŘ</i>	<i>INTERVAL VÝVOJE KURZU CZK/EUR</i>	<i>NEJPRAVDĚPODOBNĚJŠÍ HODNOTA KURZU CZK/EUR</i>
<i>1. scénář</i>	14,52 – 42,37	28,44
<i>2. scénář</i>	12,52 – 39,98	28,54
<i>3. scénář</i>	27,00 – 39,98	27,00

4.4 ZAJIŠTĚNÍ MĚNOVÉHO RIZIKA VE SPOLEČNOSTI MOTOR LUČINA, SPOL. S R. O.

Společnost Motor Lučina, spol. s r. o. inkasuje tržby od zahraničních odběratelů v měně euro a na rok 2016 má s nimi nasmlouvané kontrakty v hodnotě 16 mil. EUR. Část vstupů, cca 25 % z celkových vstupů, získává firma ze zahraničí a jsou hrazeny v euru, dochází tak k přirozenému hedgingu. Měnovému riziku jsou vystaveny tržby ve výši 12 mil. EUR. Zajišťovaná částka bude 1 mil. EUR měsíčně. Pro výpočet je potřeba znát bezrizikovou roční úrokovou sazbu PRIBOR, která je 0,46 % a bezrizikovou roční úrokovou sazbu EURIBOR, která je 0,06 %.

Společnost se nachází v dlouhé otevřené devizové pozici, což znamená, že v případě nepříznivého vývoje kurzu CZK/EUR, bude mít tato situace negativní dopad na velikost tržeb inkasovaných od zahraničních dodavatelů. Zajištěním měnového rizika se společnost chrání před nižším peněžním příjmem v korunovém vyjádření v důsledku posilující domácí měny.

Pro zajištění měnového rizika, kterému je společnost Motor Lučina, spol. s r. o. při obchodování se zahraničními firmami vystavena, byly vybrány tyto strategie:

- **měnový forward** – společnost v čase t_0 uzavře forwardový kontrakt na nákup měny v čase $t+1$ za předem stanovenou realizační cenu a ve stanovém množství, přičemž zaujímá v tomto kontraktu krátkou pozici;

- **put opce na měnu** – společnost v čase t_0 uzavře opční kontrakt na nákup měny v čase $t+1$ za předem stanovenou realizační cenu a ve stanovém množství, pokud to bude pro firmu výhodné.

Pro srovnání je v práci uvedena i pasivní strategie, což znamená, že společnost neprovádí žádné kroky k eliminaci měnového rizika, které ji vzniká při uzavření kontraktu, za nějž bude v budoucnu inkasovat zahraniční měnu, kterou pak smění za aktuální kurz CZK/EUR na spotovém trhu.

Hodnocení vybraných strategií pro zajištění měnového rizika ve společnosti Motor Lučina, spol. s r. o. je provedeno podle následujících kritérií, a to střední hodnota, směrodatná odchylka, nejhorší výsledek, nejlepší výsledek, medián, VaR 5 %, postoj investora k riziku a vztah výnos – riziko.

4.4.1 PASIVNÍ STRATEGIE

Pokud se společnost Motor Lučina, spol. s r. o. rozhodne, že se nebude zajišťovat proti riziku spojeným s negativním vývojem měnového páru a zvolí tedy pasivní strategii, bude vystavena měnovému riziku. Společnost bude v nekryté pozici a částku 1 mil. EUR bude směňovat za aktuální spotový kurz každý měsíc po dobu jednoho roku.

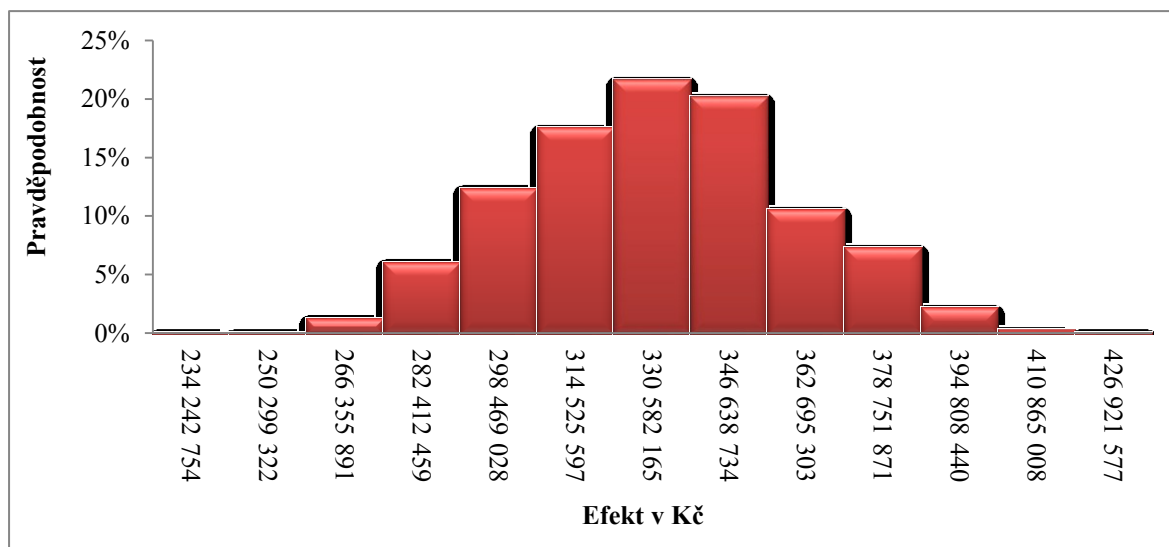
Peněžní toky, které z pasivní strategie plynou, lze vyjádřit podle následujícího vzorce:

$$CF_T = S_T \cdot Q, \quad (4.5-1)$$

kde CF_T jsou peněžní toky z pasivní strategie, Q je velikost zajišťované částky a S_T je měnový kurz CZK/EUR v čase T , kde $T = 1, 2, \dots, 12$.

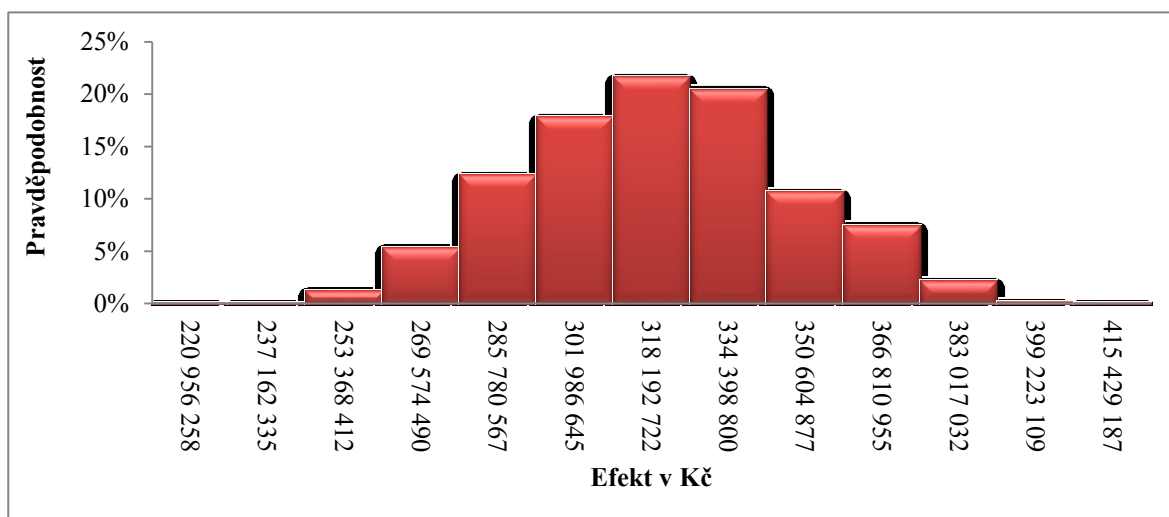
Peněžní toky z pasivní strategie se pro 1. scénář pohybují v rozmezí od 234,243 mil. CZK do 426,921 mil. CZK a odvíjí se od hodnoty měnového kurzu, za nějž by společnost směnila 1 mil. EUR každý měsíc během jednoho roku v čase T . S největší pravděpodobností, tj. 21,70 %, bude společnost inkasovat za rok 2016 částku 330,582 mil. Kč, což je vidět na Obr. 4.10.

Obr. 4. 10 Peněžní toky z pasivní strategie – 1. scénář



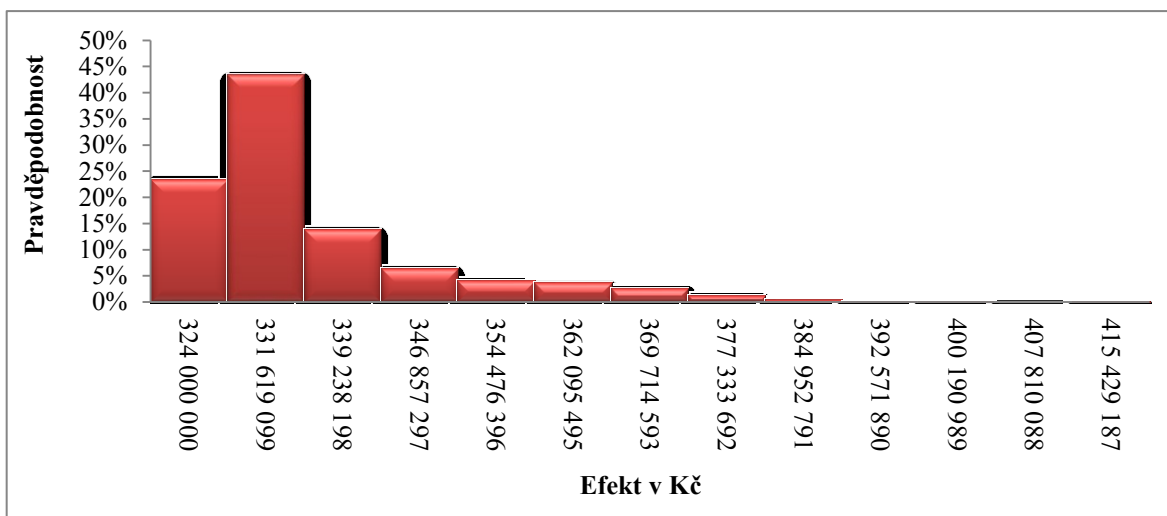
Pokud by se naplnil 2. scénář, pak by s největší pravděpodobností společnost Motor Lučina, spol. s r. o. získala peněžní toky ve výši 318,192 mil. Kč při směně 1 mil. EUR měsíčně po dobu jednoho roku za aktuální kurz. Při posílení o 2 Kč od 2. pololetí roku 2016 by inkasovala od 220,956 mil. Kč do 415,429 mil. Kč, jak je zřejmé z Obr. 4.11.

Obr. 4. 11 Peněžní toky z pasivní strategie – 2. scénář



Na Obr. 4.12 jsou zobrazeny peněžní toky, které společnost obdrží v případě, že se bude naplňovat 3. scénář. Společnost Motor Lučina, spol. s r. o. může inkasovat během jednoho roku s pravděpodobností 43,50 % okolo 331,619 mil. CZK. V případě naplnění 3. scénáře se pohybují peněžní toky společnosti v rozmezí od 324,000 mil. CZK do 415,429 mil. CZK při směně 1 mil. EUR po dobu jednoho roku za měnový kurz v čase T .

Obr. 4. 12 Peněžní toky z pasivní strategie – 3. scénář



V Tab. 4.3 jsou shrnuty intervaly, ve kterých se budou pohybovat peněžní toky z pasivní strategie pro jednotlivé scénáře, a také je uvedena hodnota peněžních toků, kterých bude dosaženo při směně 1 mil. EUR měsíčně po dobu jednoho roku s největší pravděpodobností.

Tab. 4. 3 Peněžní toky z pasivní strategie pro jednotlivé scénáře

<i>SCÉNÁŘ</i>	<i>CF Z PASIVNÍ STRATEGIE</i>	<i>NEJPRAVDĚPODOBNĚJŠÍ CF Z PASIVNÍ STRATEGIE</i>
<i>1. scénář</i>	234,243 – 426,922 mil. CZK	330,582 mil. CZK
<i>2. scénář</i>	220,956 – 415,429 mil. CZK	318,192 mil. CZK
<i>3. scénář</i>	324,000 – 415,429 mil. CZK	331,619 mil. CZK

4.4.2 MĚNOVÝ FORWARD

Pro zajištění měnového rizika uzavřením forwardového kontraktu, je potřeba nejprve provést ocenění forwardu. Údaje, které jsou použity pro ocenění měnového forwardu, jsou počáteční kurz S_0 , který je 27,026, domácí bezriziková sazba r_d ve výši 0,46 % a zahraniční bezriziková sazba r_f ve výši 0,06 %. Jako domácí bezriziková sazba je použita sazba PRIBOR 12M, která představuje sazbu, za níž si banky navzájem poskytují úvěry na českém mezibankovním trhu a sazba EURIBOR 12M, což je sazba, za níž si banky navzájem poskytují úvěry na evropském mezibankovním trhu, přičemž jsou brány v potaz sazby platné k prosinci roku 2016.

Jelikož společnost Motor Lučina, spol. s r. o. zaujímá na trhu dlouhou pozici, uzavře pro zajištění měnového rizika forwardový kontrakt. V tomto kontraktu zaujímá

krátkou pozici, neboť se obává posílení koruny vůči euru. Na počátku roku uzavře dvanáct forwardových kontraktů s různou dobou realizace. Znamená to, že v době splatnosti prodá vždy sjednané množství cizí měny tj. 1 mil. EUR za sjednanou realizační cenu.

Dosažením vstupních údajů do (3.2-4) je stanovena dodací cena měnového forwardu. Dodací ceny pro jednotlivé forwardové kontrakty jsou uvedeny v Tab. 4.4.

Tab. 4. 4 Dodací ceny měnových forwardů s různou dobou realizace

<i>FORWARDOVÝ KONTRAKT</i>	<i>DOBA DO ZRALOSTI</i>	<i>DODACÍ CENA</i>
$F_{0,1}$	1/12	27,035
$F_{0,2}$	2/12	27,044
$F_{0,3}$	3/12	27,053
$F_{0,4}$	4/12	27,062
$F_{0,5}$	5/12	27,071
$F_{0,6}$	6/12	27,080
$F_{0,7}$	7/12	27,089
$F_{0,8}$	8/12	27,099
$F_{0,9}$	9/12	27,108
$F_{0,10}$	10/12	27,117
$F_{0,11}$	11/12	27,126
$F_{0,12}$	12/12	27,135

V okamžiku realizace forwardu T , mohou nastat tři skutečnosti:

- $S_T > X$, což je situace, kdy hodnota aktuálního kurzu na spotovém trhu je vyšší než realizační cena a společnost Motor Lučina, spol. s r. o. realizuje ztrátu, protože by na spotovém trhu obdržela z prodeje cizí měny vyšší částku;
- $S_T = X$, společnost Motor Lučina, spol. s r. o. nerealizuje ani zisk ani ztrátu z uzavřeného kontraktu tehdy, když je aktuální kurz roven realizační ceně neboli částka, kterou obdrží z prodeje cizí měny je rovna částce, kterou by obdržela na spotovém trhu;
- $S_T < X$, pokud je však hodnota aktuálního spotového kurzu nižší, než je výše dodací ceny, realizuje společnost Motor Lučina, spol. s r. o. zisk, neboť prodá

dohodnuté množství cizí měny za vyšší cenu, než by kdyby jej prodala na spotovém trhu.

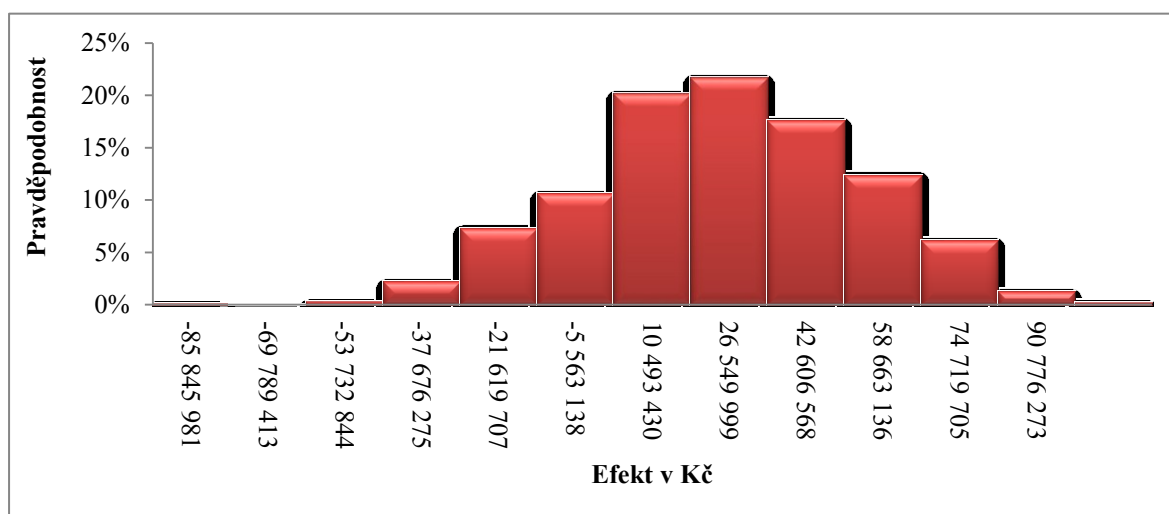
Efekt, který společnosti vzniká při uzavření forwardového kontraktu, je vyjádřen takto:

$$E_T = (X_T - S_T) \cdot Q \quad (4.5-2)$$

kde E_T je efekt ze zvolené strategie, Q je velikost zajišťované částky a X_T je dodací cena měnového kurzu CZK/EUR v čase T .

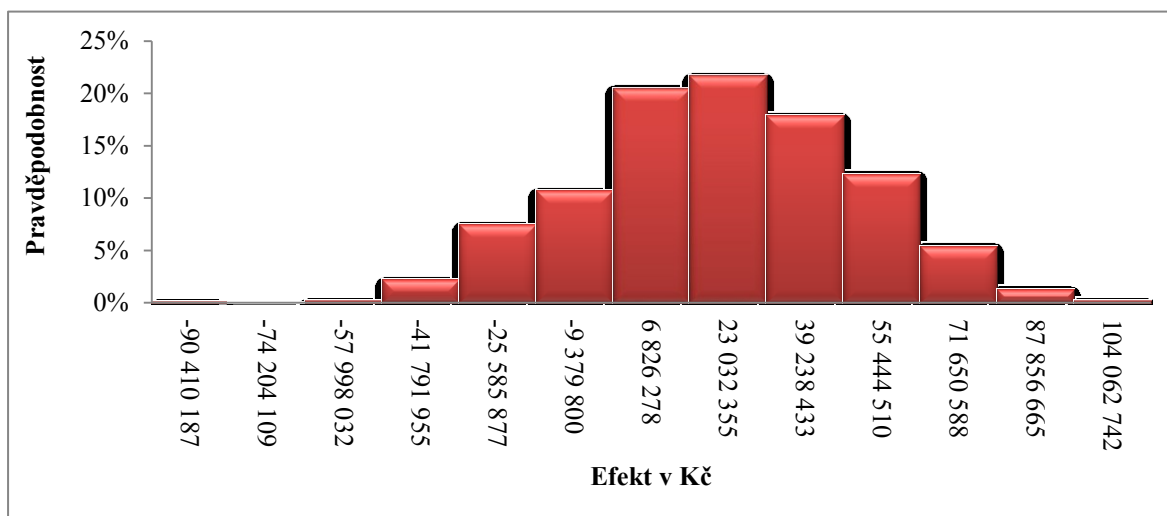
V případě, že se uskuteční *1. scénář*, pak společnost Motor Lučina, spol. s r. o. získá efekt ze zajištění, který je zachycena na Obr. 4.13. S největší pravděpodobností tj. 21,70 % bude zisk, který vznikne společnosti okolo 26,549 mil. CZK. Interval efektu je od - 85,845 mil. CZK do 90,776 mil. CZK. při zajištění částky 1 mil. EUR měsíčně po dobu jednoho roku.

Obr. 4. 13 Efekt z měnového forwardu – 1. scénář



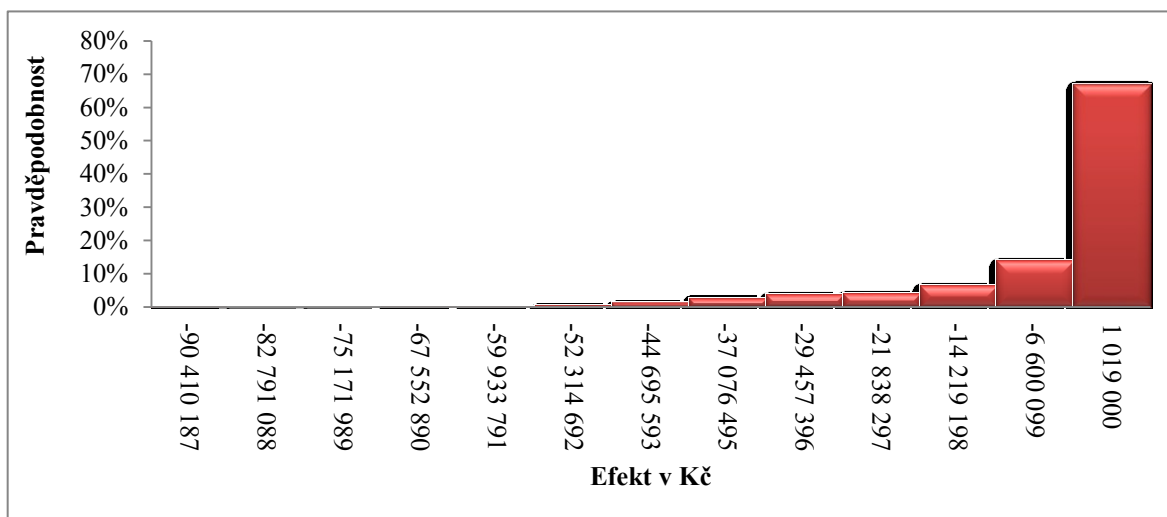
Na Obr. 4.14 je zachycen výsledný efekt, který firma získá z uzavření forwardového kontraktu, pokud by nastal *2. scénář*. Roční efekt, se v tomto případě pohybuje od - 90,410 mil. CZK do 104,062 mil. CZK a s pravděpodobností 21,70 % dosáhne firma Motor Lučina, spol. s r. o. zisku z tohoto kontraktu, který bude ve výši 23,032 mil. CZK.

Obr. 4. 14 Efekt z měnového forwardu – 2. scénář



Interval, ve kterém se bude efekt z forwardového kontraktu pohybovat, je zachycen pro 3. scénář na Obr. 4.15 a pohybuje se od - 90,410 mil. CZK do 1,019 mil. CZK. S největší pravděpodobností tj. 67,00 % dosáhne společnost zisku z tohoto kontraktu, který odpovídá částce okolo 1,019 mil. CZK.

Obr. 4. 15 Efekt z měnového forwardu – 3. scénář



Efekty, které společnost získá z uzavření forwardového kontraktu pro všechny tři scénáře, jsou shrnuty v Tab. 4.5, a to včetně efektu, který získá s největší pravděpodobností pro daný scénář.

Tab. 4. 5 Efekt z měnového forwardu pro jednotlivé scénáře

<i>SCÉNÁŘ</i>	<i>EFEKT Z FORWARDU</i>	<i>NEJPRAVDĚPODOBNĚJŠÍ EFEKT Z FORWARDU</i>
<i>1. scénář</i>	- 101,902 – 90,776 mil. CZK	26,549 mil. CZK
<i>2. scénář</i>	- 90,410 – 104,063 mil. CZK	23,032 mil. CZK
<i>3. scénář</i>	- 90,410 – 1,019 mil. CZK	1,019 mil. CZK

4.4.3 PUT OPCE NA MĚNU

V rámci zajištění měnového rizika je další možností uzavřít podmíněný termínovaný kontrakt, kterým je nákup put opce na měnu. Aby bylo možné zjistit efekt z vybrané strategie, je potřeba nejprve provést ocenění této opce. Vstupní údaje pro ocenění jsou uvedeny v Tab. 4.6.

Tab. 4. 6 Vstupní údaje pro ocenění put opce na měnu

<i>PUT OPCE</i>	<i>R_d</i>	<i>R_f</i>	<i>S₀</i>	<i>T-t</i>	<i>σ</i>	<i>X - 1</i>	<i>X - 2</i>	<i>X - 3</i>
<i>P_{0,1}</i>	0,46%	0,06%	27,026	0,083	0,0115	27,033	27,033	27,471
<i>P_{0,2}</i>	0,46%	0,06%	27,026	0,167	0,0115	27,012	27,012	27,674
<i>P_{0,3}</i>	0,46%	0,06%	27,026	0,250	0,0115	27,041	27,041	27,799
<i>P_{0,4}</i>	0,46%	0,06%	27,026	0,333	0,0115	27,017	27,017	27,900
<i>P_{0,5}</i>	0,46%	0,06%	27,026	0,417	0,0115	26,980	26,980	27,959
<i>P_{0,6}</i>	0,46%	0,06%	27,026	0,500	0,0115	27,003	27,003	28,063
<i>P_{0,7}</i>	0,46%	0,06%	27,026	0,583	0,0115	26,974	24,974	27,438
<i>P_{0,8}</i>	0,46%	0,06%	27,026	0,667	0,0115	26,970	24,970	27,530
<i>P_{0,9}</i>	0,46%	0,06%	27,026	0,750	0,0115	26,951	24,953	27,602
<i>P_{0,10}</i>	0,46%	0,06%	27,026	0,833	0,0115	26,971	24,972	27,652
<i>P_{0,11}</i>	0,46%	0,06%	27,026	0,917	0,0115	26,920	24,924	27,702
<i>P_{0,12}</i>	0,46%	0,06%	27,026	1,000	0,0115	26,939	24,942	27,769

Ocenění put opce na měnu je provedeno podle (3.2-9) a cena opcí pro jednotlivé scénáře je uvedena v Tab. 4.7.

Tab. 4. 7 Prodejní cena put opce pro jednotlivé scénáře

<i>PUT OPCE</i>	<i>P – 1. scénář</i>	<i>P – 2. scénář</i>	<i>P – 3. scénář</i>
$P_{0,1}$	0,0351	0,0351	0,4361
$P_{0,2}$	0,0365	0,0365	0,6296
$P_{0,3}$	0,0567	0,0567	0,7458
$P_{0,4}$	0,0517	0,0517	0,8373
$P_{0,5}$	0,0428	0,0428	0,8863
$P_{0,6}$	0,0549	0,0549	0,9811
$P_{0,7}$	0,0483	0,0000	0,3559
$P_{0,8}$	0,0500	0,0000	0,4356
$P_{0,9}$	0,0472	0,0000	0,4976
$P_{0,10}$	0,0555	0,0000	0,5373
$P_{0,11}$	0,0434	0,0000	0,5781
$P_{0,12}$	0,0504	0,0000	0,6344

Tento způsob zajištění umožňuje společnosti Motor Lučina rozhodnout se, jestli v době realizace prodá dohodnuté množství zahraniční měny za realizační cenu, či nikoliv a můžou nastat celkem tři různé situace:

- $S_T > X$, společnost Motor Lučina, spol. s r. o. se rozhodne, že uplatní put opci a prodá tak stanovené množství zahraniční měny za aktuální kurz na spotovém trhu;
- $S_T = X$, společnost Motor Lučina, spol. s r. o. je v pozici, kdy jí je zcela jedno, zdali uplatní, či neuplatní právo prodat dohodnuté množství cizí měny za realizační cenu, které jí vzniká na základě vlastnictví put opce;
- $S_T < X$, pro společnost Motor Lučina, spol. s r. o. je výhodnější uplatnit put opci, neboť peněžní prostředky, které obdrží z prodeje cizí měny za realizační cenu, jsou vyšší, než kdyby stejné množství zahraniční měny prodala za aktuální kurz na spotovém trhu.

Efekt, který společnost získá z této zvolené strategie lze vyjádřit podle následujícího vztahu:

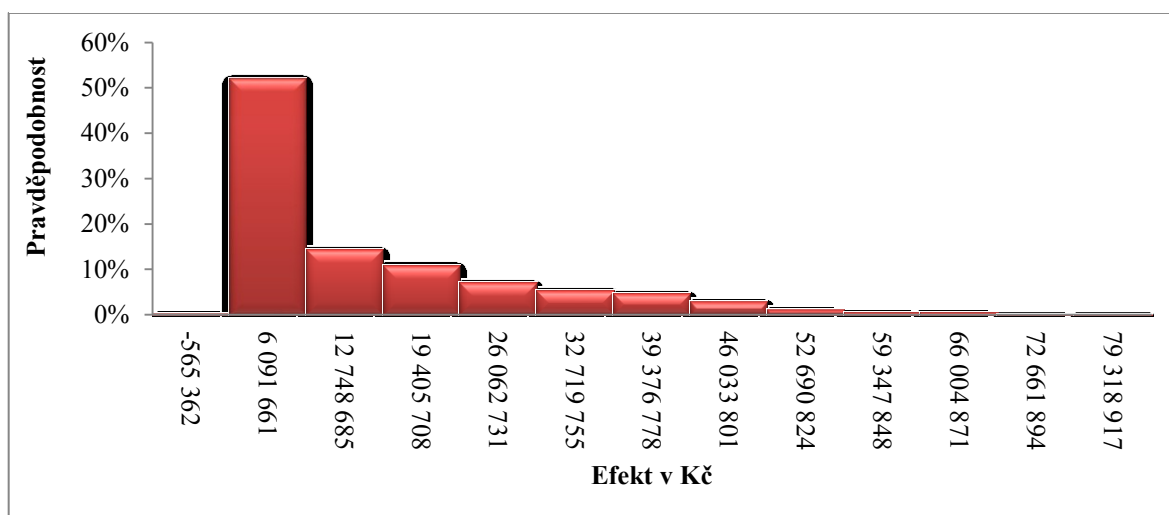
$$E_T = (VH_{long}^{put} - P) \cdot Q \quad (4.5-3)$$

kde E_T je efekt ze zvolené strategie, Q je velikost zajišťované částky, VH_{long}^{put} je vnitřní hodnota put opce pro dlouhou pozici, která se vypočte jako $\max(X - S_T; 0)$ a P je prodejní cena put opce.

Společnost Motor Lučina, spol. s r. o. se rozhodne na počátku roku nakoupit opce s různou dobou realizace, přičemž nakupuje put opce a nachází se v dlouhé pozici. Jelikož jedna opce zní na 100 tis. EUR a velikost zajišťované částky pro každý měsíc je 1 mil. EUR, tak bude muset nakoupit vždy deset opcí se stejnou dobou realizace.

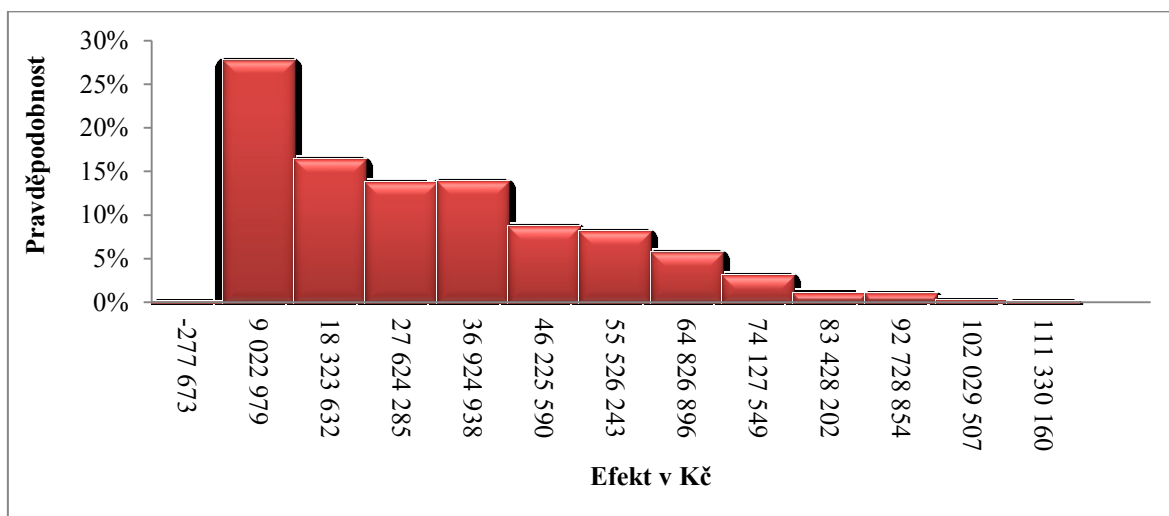
Na Obr. 4.16 je zobrazen efekt ze zajištění put opcí po dobu jednoho roku, který se pohybuje v intervalu od – 0,565 mil. CZK do 79,319 mil. CZK. Společnost dosáhne zisku, který odpovídá částce 6,091 mil. CZK s pravděpodobností 52,10 %, pokud by se uskutečnil 1. scénář.

Obr. 4. 16 Efekt z put opce – 1. scénář



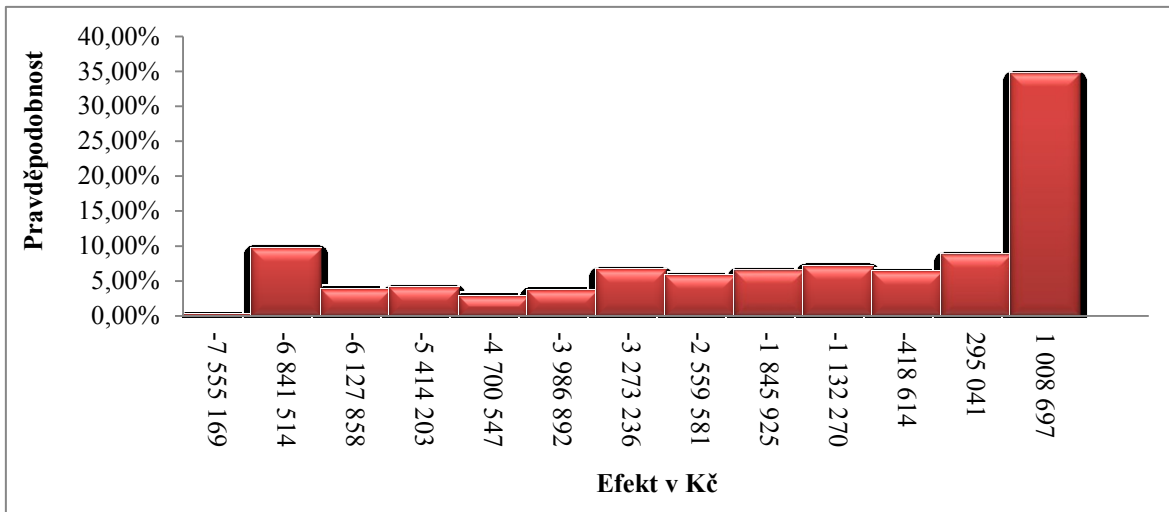
Pro 2. scénář je efekt z put opce zachycen na Obr. 4.17 a pohybuje se v rozmezí od – 0,277 mil. CZK do 111,330 mil. CZK. S největší pravděpodobností tj. 27,70 %, bude efekt, který společnost obdrží z uzavření kontraktu ve výši 9,023 mil. CZK.

Obr. 4. 17 Efekt z put opce – 2. scénář



Obr. 4.18 zachycuje efekt, který může společnost z uzavřeného kontraktu získat, pokud se naplní 3. scénář. Efekt se pohybuje od – 7,555 mil. CZK do 1,088 mil. CZK a firma s pravděpodobností 34,07 % získá při zajištění částky 1 mil. EUR měsíčně po dobu jednoho roku efekt ve výši 1,008 mil. CZK.

Obr. 4. 18 Efekt z put opce – 3. scénář



Intervaly efektu, který plyne firmě z uzavřeného kontraktu, pro jednotlivé scénáře jsou zachyceny v Tab. 4.8 včetně efektu, který nastane s největší pravděpodobností v budoucnu.

Tab. 4. 8 Efekt z put opce pro jednotlivé scénáře

<i>SCÉNÁŘ</i>	<i>EFEKT Z PUT OPCE</i>	<i>NEJPRAVDĚPODOBNĚJŠÍ EFEKT Z PUT OPCE</i>
<i>1. scénář</i>	- 0,565 – 79,318 mil. CZK	6,092 mil. CZK
<i>2. scénář</i>	- 0,277 – 111,330 mil. CZK	9,023 mil. CZK
<i>3. scénář</i>	- 7,555 – 1,008 mil. CZK	1,008 mil. CZK

4.5 VYHODNOCENÍ HEDGINGOVÝCH STRATEGIÍ

V této práci byly použity dvě strategie zajištění měnového rizika, a to měnový forward a put opce. Následně bude provedeno porovnání těchto strategií pomocí vybraných kritérií a na základě vztahu výnos – riziko a postoje investora k riziku.

4.5.1 POROVNÁNÍ STRATEGIÍ DLE JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Jednotlivé kritéria, které byly vybrány pro posouzení a srovnání zajišťovacích strategií, jsou:

- ***střední hodnota*** – označuje se také jako aritmetický průměr a vyjadřuje skutečný střed souboru, v tomto případě efekt u jednotlivých strategií;
- ***směrodatná odchylka*** – vyjadřuje, jak jsou hodnoty odchýleny či rozptýleny od průměru hodnot. Znamená to, že je to míra rizikovosti jednotlivých strategií a čím vyšší je její hodnota, tím vyšší je rizikovost efektu u dané strategie a naopak, čím nižší je její hodnota, tím nižší je riziko;
- ***nejlepší výsledek*** – nejlepší výsledek z daného souboru, v tomto případě nejlepší efekt u vybraných strategií;
- ***nejhorší výsledek*** – nejhorší výsledek z daného souboru, v tomto případě nejhorší efekt u vybraných strategií;
- ***medián*** – označení pro prostřední hodnotu variační řady souboru u lichého počtu hodnot v souboru. V případě, že je v souboru sudý počet hodnot, pak je medián zjištěn jako aritmetický průměr dvou prostředních hodnot. V této práci je tento soubor tvořen efekty z jednotlivých strategií;

- **VaR 5 %** – potencionální ztráta na hladině významnosti 5 %, neboli ztráta, která může vzniknout u vybrané strategie a je vyšší nebo rovna tomuto kritériu.

Tyto kritéria byly vypočteny pomocí jednotlivých funkcí, které jsou součástí Microsoft Excel a jsou uvedeny v Tab. 4.9. Pro výpočet střední hodnoty byla použita funkce *PRŮMĚR(·)*, pro výpočet směrodatné odchylky funkce *SMODCH(·)*. Nejlepší výsledek jednotlivých zajišťovacích strategií byl zjištěn pomocí funkce *MAX(·)* a funkce *MIN(·)* byla využita pro nalezení nejhoršího výsledku. Medián neboli prostřední hodnota je stanovena podle funkce *MEDIAN(·)* a hodnota VaR pro hladinu významnosti 5 % je zjištěna pomocí funkce *PERCENTILE(·)*

Tab. 4. 9 Srovnání zajišťovacích strategií podle vybraných kritérií

Strategie	Scénář	Střední hodnota	Směrodatná odchylka	Nejlepší výsledek	Nejhorší výsledek	Medián	VaR 5 %	Pořadí
Měnový forward	1.	1 204 403	28 716 655	90 776 273	-101 902 550	1 461 365	-48 305 222	2.
		2.	2.	1.	2.	2.	2.	
Put opce		11 028 877	13 970 751	79 318 917	-565 362	5 034 311	-565 362	1.
		1.	1.	2.	1.	1.	1.	
Měnový forward	2.	13 192 686	28 507 350	27 135 000	-90 410 187	13 524 029	-35 826 048	2.
		2.	2.	2.	2.	2.	2.	
Put opce		26 098 638	21 626 741	111 330 160	-277 673	21 978 790	-276 713	1.
		1.	1.	1.	1.	1.	1.	
Měnový forward	3.	-7 544 866	12 404 040	1 019 000	-90 410 187	-2 227 637	-36 411 679	2.
		2.	2.	1.	2.	2.	2.	
Put opce		-1 916 893	2 879 126	1 008 697	-7 555 169	-1 168 552	-7 555 169	1.
		1.	1.	2.	1.	1.	1.	

Podle Tab. 4.9 lze usuzovat, že podle kritéria střední hodnota nejlépe vychází v případě 1. scénáře zajištění pomocí put opcí a následuje zajištění měnovým forwardem. Pokud by se naplnil 2. scénář, bylo by pořadí zvolených zajišťovacích strategií totožné jako v případě 1. scénáře. U 3. scénáře vychází dle kritéria střední hodnoty také nejlépe put opce a následně až měnový forward.

Při srovnání strategií dle jejich rizikovosti, vychází v případě naplnění 1. scénáře nejméně rizikové zajištění pomocí put opce a dále pak zajištění měnovým forwardem. Pro 2. scénář a 3. scénář je pořadí vybraných strategií podle jejich rizikovosti totožné jako u předchozího scénáře.

Pokud by byly strategie porovnávány na základě kritéria nejlepší výsledek, pak bylo pro firmu nejvhodnější se zajistit podle strategie, u níž je dosaženo nejvyššího efektu.

Pro *1. a 3. scénář* vychází jako strategie s nejlepším výsledkem měnový forward. Zajištění pomocí put opce vychází jako druhá nejlepší strategie pro *2. scénář*.

Při porovnání strategií podle nejhoršího výsledku vychází jako nejméně vhodná volba zajištění pomocí měnového forwardu, a to pro všechny tři scénáře, neboť hodnota tohoto kritéria je nejnižší. Za nejlepší zajišťovací strategii dle kritéria nejhorší výsledek lze jednoznačně označit put opci, a to pro všechny tři scénáře.

U kritéria medián neboli prostřední hodnota je vždy nejlepší strategie ta, u níž je dosaženo nejvyššího efektu. Pro *1. scénář* je dosaženo nejlepšího efektu ze zajištění pomocí put opce a následně měnového forwardu. Také pro *2. a 3. scénář* jsou výsledky totožné a platí, že vhodnější je dle tohoto kritéria zvolit pro zajištění put opci místo měnového forwardu.

Při hodnocení těchto dvou strategií podle kritéria VaR 5 % vychází jako nejlepší strategie pro zajištění měnového rizika put opce a následně měnový forward. Nejlepší strategie je vybrána podle toho, jaké hodnoty toto kritérium nabývá. Jelikož VaR 5 % vyjadřuje riziko ztráty na 5% hladině pravděpodobnosti, pak bude vhodné, aby společnost zvolila zajištění pomocí put opce, která je méně riziková.

Pokud byla všem kritériím přiřazena stejná váha významnosti, pak lze jednoznačně určit, která strategie je nejlepší pro zajištění měnového rizika. Za nejlepší strategii zajištění měnového rizika lze u *1. scénáře* označit put opci, a to stejné platí i pro *2. a 3. scénář*. Nejméně vhodný způsob zajištění měnového rizika u *1., 2. a 3. scénáře* je volba měnového forwardu.

4.5.2 POROVNÁNÍ STRATEGIÍ DLE VZTAHU VÝNOS – RIZIKO

Pokud by byly hodnoceny strategie na základě vztahu výnos – riziko, pak bude společnost preferovat strategii s co nejvyšším výnosem při co nejnižším riziku. Výnos přitom odpovídá střední hodnotě a riziko odpovídá směrodatné odchylce. Graficky je vztah výnos – riziko zachycen na Obr. 4.19.

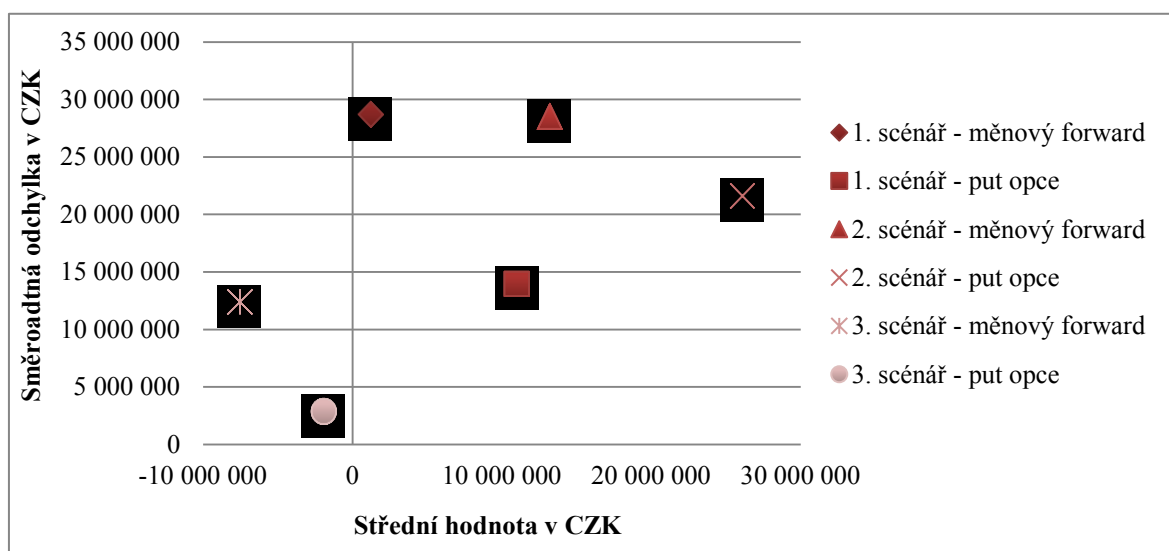
V případě, že se naplní *1. scénář* bude nejlepší poměr mezi výnosem a rizikem u strategie zajištění put opcí, neboť lze jednoznačně říct, že bude dosaženo vyššího výnosu při nižším riziku, než tomu je u měnového forward. Na základě toho lze označit zajištění

pomocí měnového forwardu za méně vhodnou variantu, protože při podstatně vyšším riziku by společnost dosáhla daleko menšího výnosu.

2. *scénář* má také nejlepší poměr mezi výnosem a rizikem u put opce, neboť i zde platí, že oproti měnovému forwardu bude získán daleko větší výnos při nižším riziku, a proto by měla společnost volit právě zajištění pomocí put opce.

I pro 3. *scénář* lze označit za nejvhodnější strategii zajištění put opcí, neboť je s ní spojeno menší riziko při větší střední hodnotě ve srovnání s druhou variantou zajištění. Měnový forward má horší poměr mezi výnosem a rizikem.

Obr. 4. 19 Vztah výnos – riziko pro jednotlivé scénáře a strategie



4.5.3 POROVNÁNÍ STRATEGIÍ DLE POSTOJE INVESTORA K RIZIKU

Pro srovnání strategií dle postoje investora k riziku je potřeba definovat tři typy investorů, jejichž rozhodnutí se liší dle míry podstoupeného rizika. Rozlišuje se rizikově averzní investor, který preferuje strategii s maximálním výnosem při minimálním riziku. Dále to je investor s neutrálním postojem k riziku, který při svém rozhodnutí riziko nezohledňuje a investor se sklonem k riziku, který bude maximalizovat výnos i při vysokém riziku. Při porovnání strategií dle tohoto kritéria se vychází z Tab. 4.19.

Rizikově averzní investor bude v případě 1., 2. i 3. *scénáře* volit zajištění put opcí, které je z těchto dvou strategií nejméně rizikové, neboť má nejmenší směrodatnou odchylku.

Pokud by se rozhodoval mezi jednotlivými strategiemi investor s neutrálním postojem k riziku, pak by bylo jeho rozhodnutí závislé na střední hodnotě výnosu. Pro zajištění měnového rizika by pak zvolil takovou strategii, jejíž střední hodnota výnosu by byla nejvyšší. Tento investor by tedy zvolil pro *1. 2. a 3. scénář* zajištění put opcí.

Investor se sklonem k riziku bude brát v úvahu při rozhodování podstoupené riziko a bude volit nejrizikovější strategii. Proto by si tento investor při naplnění *1. 2. a 3. scénáře* zvolil z těchto dvou zvolených strategií zajištění měnovým forwardem.

4.5.4 POROVNÁNÍ STRATEGIÍ PŘI ZOHLEDNĚNÍ VŠECH KRITÉRIÍ

Aby bylo možné jednoznačně říct, kterou ze strategií by měla společnost Motor Lučina, spol. s r. o. zvolit pro zajištění měnového rizika, je nutné zohlednit při rozhodování všechny kritéria.

Jelikož je společnost Motor Lučina, spol. s r. o., jako většina firem, rizikově averzním investorem, lze jednoznačně říct, že si pro zajištění měnového rizika vybere put opci, neboť z předchozí analýzy vychází jako nejlepší volba ve všech parametrech (s výjimkou kritéria nejlepší výsledek pro *1. a 3. scénář*), a to platí pro všechny tři scénáře vývoje měnového kurzu.

5 ZÁVĚR

Zajištění měnového rizika je důležité pro společnosti, které obchodují se zahraničím, neboť jejich peněžní toky v budoucnu mohou být do značné míry ovlivněny změnou měnového kurzu. Cílem těchto firem pak je zajistit se proti nepříznivým změnám měnového kurzu v budoucnu, a to pomocí hedgingu, kdy se vytvoří portfolio, které je tvořeno rizikovým aktivem a finančním derivátem, popř. rizikovými aktivy a finančními deriváty.

Cílem diplomové práce bylo zajistit měnové riziko ve společnosti Motor Lučina, spol. s r. o. pomocí vybraných strategií s využitím finančních derivátů a na základě zvolených kritérií tyto strategie porovnat.

Diplomová práce byla rozdělena do pěti kapitol. První a pátá kapitola byl úvod a závěr. Druhá a třetí kapitola byla věnována teoretickým poznatkům, které byly následně použity ve čtvrté praktické části této práce.

Druhá kapitola byla věnována především finančnímu riziku a dále popisu jeho jednotlivých dílčích rizik, přičemž byla věnována pozornost především tržnímu riziku. Dále byly zmíněny metody hedgingu a základní finanční deriváty, které se využívají pro zajištění rizik, a to forward, futures, swap a opce. Následoval popis vybraných modelů, které se používají pro odhad volatility, a to GARCH a EWMA model a simulace náhodného vývoje cen finančních aktiv, která byla pak využita pro simulaci vývoje měnového kurzu CZK/EUR.

Teoretickou částí práce byla i třetí kapitola, která byla věnována popisu devizové pozice a devizové expozice. Následně byly uvedeny interní a externí metody, které se využívají pro snížení devizové expozice a zajištění měnového rizika. V rámci této kapitoly byl uveden způsob ocenění vybraných finančních derivátů, a to put opce na měnu a měnového forwardu, které byly následně použity v praktické části diplomové práce.

Ve čtvrté kapitole diplomové práce byly aplikovány teoretické poznatky z druhé a třetí kapitoly, a to na vybraném podniku, kterým byla společnost Motor Lučina, spol. s r. o. Tato společnost byla představena na začátku kapitoly a dále byl proveden odhad volatility měnového kurzu CZK/EUR pomocí modelu EWMA a simulace náhodného vývoje měnového kurzu CZK/EUR s využitím metody Monte Carlo, přičemž se vycházelo ze tří

scénářů vývoje měnového kurzu. Následně byly vybrané finanční deriváty oceněny a byl zjištěn efekt ze zajištění při využití vybraných strategií, kterými byla put opce na měnu a měnový forward. Efekty z jednotlivých strategií a pro jednotlivé scénáře byly mezi sebou porovnány na základě stanovených kritérií a byla vybrána nejvhodnější strategie zajištění měnového rizika pro společnost Motor Lučina, spol. s r. o. Veškeré výpočty pro tuto práci byly provedeny v programu Microsoft Excel.

Cílem diplomové práce bylo zajistit měnové riziko ve společnosti Motor Lučina, spol. s r. o., kterému je vystavena z důvodu své obchodní činnosti, pomocí vybraných strategií a jejich posouzení. Pomocí kritérií střední hodnota, směrodatná odchylka, medián, nejlepší a nejhorší výsledek, VaR 5 % a dále podle postoje investora k riziku a vztahu výnos-riziko byly efekty ze zajištění pomocí put opce na měnu a měnového forwardu porovnány. Za nejvhodnější strategii zajištění měnového rizika ve společnosti Motor Lučina, spol. s r. o., která je rizikově averzním investorem, lze jednoznačně označit při zohlednění všech kritérií put opci na měnu, a to pro všechny tři scénáře vývoje měnového kurzu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1) Odborná literatura

ALEXANDER, C. *Market risk Analysis*. 1st ed. Chichester: Wiley, 2008. 386 s. ISBN 978-0-470-99789-53.

DLUHOŠOVÁ, D. a kol. *Finanční řízení a rozhodování podniku*. 3. vyd. Praha: Ekopress, 2010. 225 s. ISBN 978-80-86929-68-2.

DURČÁKOVÁ J., MANDEL M. *Mezinárodní finance*. 4. vyd. Praha: Managament Press, 2010. 494 s. ISBN 978-80-7261-221-5.

DVOŘÁK P. *Deriváty*. 2. vyd. Praha: Oeconomica, 2008. 297 s. ISBN 978-80-245-1435-2.

HULL, J. C. *Options, futures and other derivatives*. 8th ed. Upper Saddler River: Pearson Prentice Hall, 2011. 864 s. ISBN 978-0-13-216494-8.

JÍLEK, Josef. *Finanční a komoditní deriváty v praxi*. 1. vyd. Praha: GRADA Publishing, 2005. 632 s. ISBN 80-247-1099-4.

JÍLEK, Josef. *Finanční rizika*. 1. vyd. Praha: GRADA Publishing, 2000. 640 s. ISBN 80-7169-579-3.

TICHÝ, T. *Finanční deriváty – typologie finančních derivátů, podkladové procesy, oceňovací modely*. 1. vyd. VŠB – TU Ostrava, 2006. 170 s. ISBN 80-248-1180-4.

ZMEŠKAL, Z., ČULÍK, M., TICHÝ, T. *Finanční rozhodování za rizika: sbírka řešených příkladů*. 4. vydání. VŠB – TU Ostrava, 2013. 182 s. ISBN 978-80-248-3249-4.

ZMEŠKAL, Zdeněk a kol. *Finanční modely*. 3. vyd. Praha: Ekopress, 2013. 267 s. ISBN 978-80-86929-91-0.

2) Internetové zdroje

ČESKÁ NÁRODNÍ BANKA, 2016. *Sazba PRIBOR* [online]. Praha: Česká národní banka, 2003 – 2016, [cit. 18. 1. 2016]. https://www.cnb.cz/cs/financni_trhy/penezni_trh/pribor/prumerne.jsp?year=2015&show=Spustit+sestavu

KURZY, 2016. *Měnový kurz CZK/EUR* [online]. Praha: Kurzy.cz, 2000 – 2016, [cit. 14. 1. 2016]. Dostupné z: <http://www.kurzy.cz/kurzy-men/historie/EUR-euro/>

GLOBAL RATES, 2016. 12 month *EURIBOR interes rate* [online]. Netherlands: Global-rates.com, 2009 – 2016, [cit. 18. 1. 2016]. <http://www.euribor-rates.eu/euribor-rates-by-year.asp>

3) Interní materiály společnost Motor Lučina, spol. s r. o.

SEZNAM ZKRATEK

c	cena derivátu, cena call opce
CF	peněžní toky
CZK	česká koruna
dt	nekonečně malá změna času
dz	přírůstek náhodné veličiny
E	efekt ze zvolené strategie
EUR	euro
EWMA	Exponential Weighted Moving Average
F	hodnota forwardu
f	hodnota zajišťovacího instrumentu
GARCH	Generalised Autoregressive Conditional Heteroskedastic
h	zajišťovací poměr
k	počet intervalů
N	množství zajišťovacího instrumentu
n	nezávislý scénář
OTC	over the counter
p	cena put opce
P_i	cena finančního aktiva i
Q	množství rizikového (podkladového) aktiva
RAROC	risk adjusted return on capital
R_d	domácí bezriziková sazba
R_f	bezriziková sazba, zahraniční bezriziková sazba
R_i	spojitý výnos finančního aktiva i

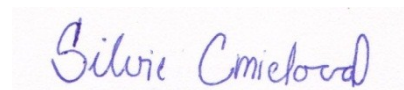
RMSE	Root Mean Square Error
S	hodnota rizikového (podkladového) aktiva
sw	cena swapového kontraktu
T	doba splatnosti (realizace)
t	okamžik před splatností (realizací)
VaR	Value at Risk
VH	vnitřní hodnota
X	realizační cena
Z	zisk
\tilde{z}	náhodná veličina
α	odhadovaný parametr
β	odhadovaný parametr
λ	tlumicí faktor
μ	střední hodnota
Π	hodnota portfolia
σ	směrodatná odchylka
σ^2	rozptyl
ω	odhadovaný parametr

PROHLÁŠENÍ O VYUŽITÍ VÝSLEDKŮ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

- jsem byla seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo;
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB- TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě archivována v Ústřední knihovně VŠB-TUO a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že bibliografické údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
bylo sjednáno, že užít své dílo, diplomovou práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 22. dubna 2016



Silvie Cmielová

SEZNAM GRAFŮ

Obr. 2. 1	Celkové, systematické a nesystematické riziko
Obr. 2. 2	Dlouhá a krátká pozice ve forwardu
Obr. 2. 3	Call opce z pohledu kupujícího
Obr. 2. 4	Call opce z pohledu prodávajícího
Obr. 2. 5	Put opce z pohledu kupujícího
Obr. 2. 6	Put opce z pohledu prodávajícího
Obr. 2. 7	Stochastický proces
Obr. 4. 1	Tržby společnosti Motor Lučina, spol. s r. o. v období 2010 – 2014
Obr. 4. 2	Vývoj měnového kurzu CZK/EUR v období 1/2010 – 12/2015
Obr. 4. 3	Predikce rozptylu pomocí EWMA modelu
Obr. 4. 4	Simulované hodnoty měnového kurzu CZK/EUR – 1. scénář
Obr. 4. 5	Vývoj měnového kurzu CZK/EUR – 1. scénář
Obr. 4. 6	Simulované hodnoty měnového kurzu CZK/EUR – 2. scénář
Obr. 4. 7	Vývoj měnového kurzu CZK/EUR – 2. scénář
Obr. 4. 8	Simulované hodnoty měnového kurzu CZK/EUR – 3. scénář
Obr. 4. 9	Vývoj měnového kurzu CZK/EUR – 3. scénář
Obr. 4. 10	Peněžní toky z pasivní strategie – 1. scénář
Obr. 4. 11	Peněžní toky z pasivní strategie – 2. scénář
Obr. 4. 12	Peněžní toky z pasivní strategie – 3. scénář
Obr. 4. 13	Efekt z měnového forwardu – 1. scénář
Obr. 4. 14	Efekt z měnového forwardu – 2. scénář
Obr. 4. 15	Efekt z měnového forwardu – 3. scénář
Obr. 4. 16	Efekt z put opce – 1. scénář
Obr. 4. 17	Efekt z put opce – 2. scénář
Obr. 4. 18	Efekt z put opce – 3. scénář
Obr. 4. 19	Vztah výnos – riziko pro jednotlivé scénáře a strategie

SEZNAM TABULEK

Tab. 2. 1	Vnitřní hodnota a zisk pro call a put opci
Tab. 4. 1	Vstupní parametry pro simulaci měnového kurzu CZK/EUR
Tab. 4. 2	Vývoj měnového kurzu CZK/EUR pro jednotlivé scénáře
Tab. 4. 3	Peněžní toky z pasivní strategie pro jednotlivé scénáře
Tab. 4. 4	Dodací ceny měnových forwardů s různou dobou realizace
Tab. 4. 5	Efekt z měnového forwardu pro jednotlivé scénáře
Tab. 4. 6	Vstupní údaje pro ocenění put opce na měnu
Tab. 4. 7	Prodejní cena put opce pro jednotlivé scénáře
Tab. 4. 8	Efekt z put opce pro jednotlivé scénáře
Tab. 4. 9	Srovnání zajišťovacích strategií podle vybraných kritérií

SEZNAM VZORCŮ

Hedgingové portfolio jedno rizikové aktivum

$$\pi_t = S_t - h \cdot f_{t,TT} \quad (2.1-1)$$

Hedgingové portfolio více rizikových aktiv

$$\pi_t = S_t \cdot Q - h \cdot N \cdot f_{t,TT} \quad (2.1-2)$$

Výplatní funkce forwardu dlouhá pozice

$$VH_T = S_T - X \quad (2.2-1)$$

Výplatní funkce forwardu krátká pozice

$$VH_T = X - S_T \quad (2.2-2)$$

Cena forwardu dlouhá pozice

$$f_{t,T} = S_t - X \cdot e^{-R_f(T-t)} \quad (2.2-3)$$

Cena forwardu krátká pozice

$$-f_{t,T} = X \cdot e^{-R_f(T-t)} - S_t \quad (2.2-4)$$

Dodací cena forwardu dlouhá a krátká pozice

$$X_T = F_{0,T} = S_0 \cdot e^{R_f \cdot T} \quad (2.2-5)$$

Cena swapového kontraktu

$$sw_{t,T} = \sum_{t_i}^T f_{t,t_i} \quad (2.2-6)$$

Model GARCH

$$\sigma_{t+1,t}^2 = \omega + \alpha \cdot \varepsilon_t^2 + \beta \cdot \sigma_{t,t-1}^2 \quad (2.3-1)$$

Spojité výnos finančního aktiva

$$R_{i,t} = \ln \frac{P_{i,t}}{P_{i,t-1}} \quad (2.3-2)$$

Model EWMA

$$\sigma_{t+1,t}^2 = (1 - \lambda) \cdot \varepsilon_t^2 + \lambda \cdot \sigma_{t,t-1}^2 \quad (2.3-3)$$

Kriterium RMSE

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \sum_t z_t^2} \quad (2.3-4)$$

Wienerův proces

$$\tilde{z}_{0+dt} - z_0 = dz = \tilde{\varepsilon} \cdot \sqrt{dt} \quad (2.4-1)$$

$$\tilde{z}_T - z_0 = \sum_{i=1}^k \tilde{\varepsilon} \cdot \sqrt{dt} \quad (2.4-2)$$

Itôův proces

$$dx = a(x; t) \cdot dt + b(x; t) \cdot dz \quad (2.4-3)$$

Itôova lema

$$dG = \left[\left(\frac{\partial G}{\partial x} \cdot a(\cdot) + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\partial^2 G}{\partial x^2} \cdot b^2(\cdot) \right) \right] \cdot dt + \frac{\partial G}{\partial x} \cdot b(\cdot) \cdot dz \quad (2.4-4)$$

Aritmetický Brownův proces

$$dx = \mu \cdot dt + \sigma \cdot dz \quad (2.4-5)$$

Geometrický Brownův proces

$$dx = \mu \cdot x \cdot dt + \sigma \cdot x \cdot dz \quad (2.4-6)$$

$$\frac{dx}{x} = \mu \cdot dt + \sigma \cdot dz \quad (2.4-7)$$

Spojité výnos finančního aktiva

$$dG = d \ln x = \alpha \cdot dt + \sigma \cdot dz \quad (2.4-8)$$

Náhodný vývoj ceny finančního aktiva

$$x_{t+\Delta t} = x_t \cdot \exp(\alpha \cdot \Delta t + \sigma \cdot \tilde{z}) = \exp \left[\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) \cdot \Delta t + \sigma \cdot \tilde{\varepsilon} \cdot \sqrt{\Delta t} \right] \quad (2.4-9)$$

Střední hodnota ceny finančního aktiva

$$E(x_T) = X_0 \cdot \exp(\mu \cdot \Delta t \cdot k) = x_0 \cdot \exp(\mu \cdot T) \quad (2.4-10)$$

Rozptyl ceny finančního aktiva

$$\text{var}(x_T) = x_0^2 \cdot \exp(2 \cdot \alpha \cdot \Delta t \cdot k) \cdot \exp[\exp(\sigma^2 \cdot \Delta t \cdot k) - 1] \quad (2.4-11)$$

Kvantil log-normálního rozdělení pravděpodobnosti

$$x_T^\gamma = x_0 \cdot \exp(\alpha \cdot \Delta t \cdot n + \Phi^{-1}(\gamma) \cdot \sigma \cdot \sqrt{\Delta t \cdot n}) \quad (2.4-12)$$

Hodnota portfolia

$$\pi_T = \pi_t \cdot e^{R_f \cdot (T-t)} \quad (3.2-1)$$

Podmínka pro bezrizikový výnos

$$\pi_t \cdot e^{R_d \cdot (T-t)} = \pi_T \quad (3.2-2)$$

$$F_{t,T} \cdot Q \cdot e^{R_d \cdot (T-t)} = (X - S_t \cdot e^{(R_d - R_f) \cdot (T-t)}) \cdot Q \quad (3.2-3)$$

Hodnota forwardu

$$F_{t,T} = X \cdot e^{-R_D \cdot (T-t)} - S_t \cdot e^{-R_f \cdot (T-t)} \quad (3.2-4)$$

Dodací cena forwardu

$$X_T \equiv F_{0,T} = S_T \cdot e^{(R_D - R_f) \cdot (T-t)} \quad (3.2-5)$$

Cena evropské call opce na měnu

$$c = e^{-R_f \cdot T} \cdot S_0 \cdot N(d_1) - e^{-R_d \cdot T} \cdot X \cdot N(d_2) \quad (3.2-6)$$

kde

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{X}\right) + \left(r_d - r_f + \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot T}{\sigma \cdot \sqrt{T}} \quad (3.2-7)$$

a

$$d_2 = d_1 - \sigma \cdot \sqrt{T} \quad (3.2-8)$$

Cena evropské put opce na měnu

$$p = e^{-R_d \cdot T} \cdot X \cdot N(-d_2) - e^{-R_f \cdot T} \cdot S_0 \cdot N(-d_1) \quad (3.2-9)$$

Peněžní toky z pasivní strategie

$$CF_T = S_T \cdot Q \quad (4.5-1)$$

Efekt z měnového forwardu

$$E_T = (X_T - S_T) \cdot Q \quad (4.5-2)$$

Efekt z put opce

$$E_T = (VH_{long}^{put} - P) \cdot Q \quad (4.5-3)$$

SEZNAM PŘÍLOH

<i>Příloha č. 1</i>	Predikce volatility měnového kurzu CZK/EUR dle EWMA modelu
<i>Příloha č. 2</i>	Ocenění put opce